大阪市立大学　大学院　創造都市研究科
知識情報基盤研究分野　ワークショップ 2016

地質(地盤)情報と自然災害情報

1.熊本地震復興支援ボーリング
柱状図緊急公開サイト

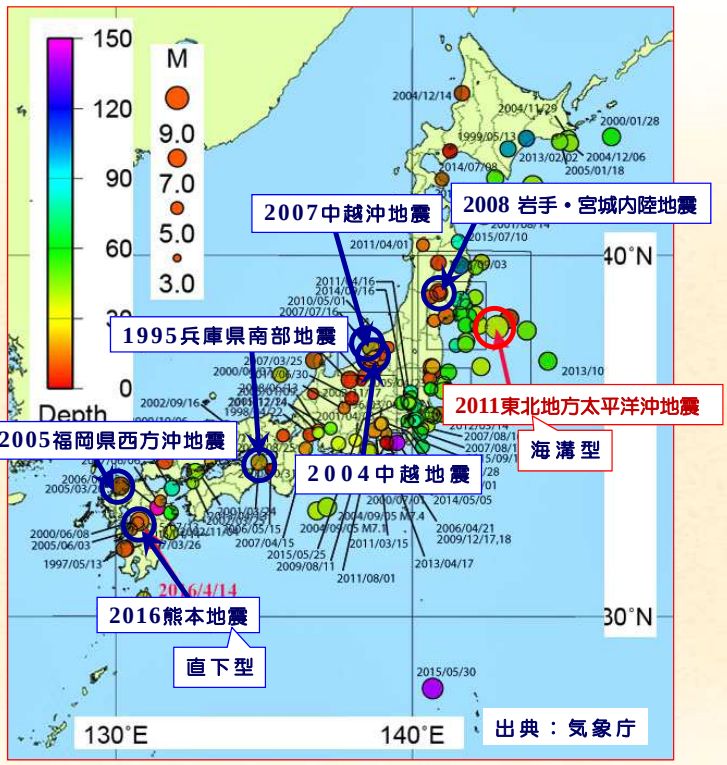
2.オープンデータと地質(地盤)情報

3.自然災害情報

4. おわりに　　おまけ

中　田　文　雄　(NPO)地質情報整備活用機構

日本の災害地震



2016年熊本地震

★前震
発生時刻：2016/4/14 21:26
方
m
25
方
m
城町)

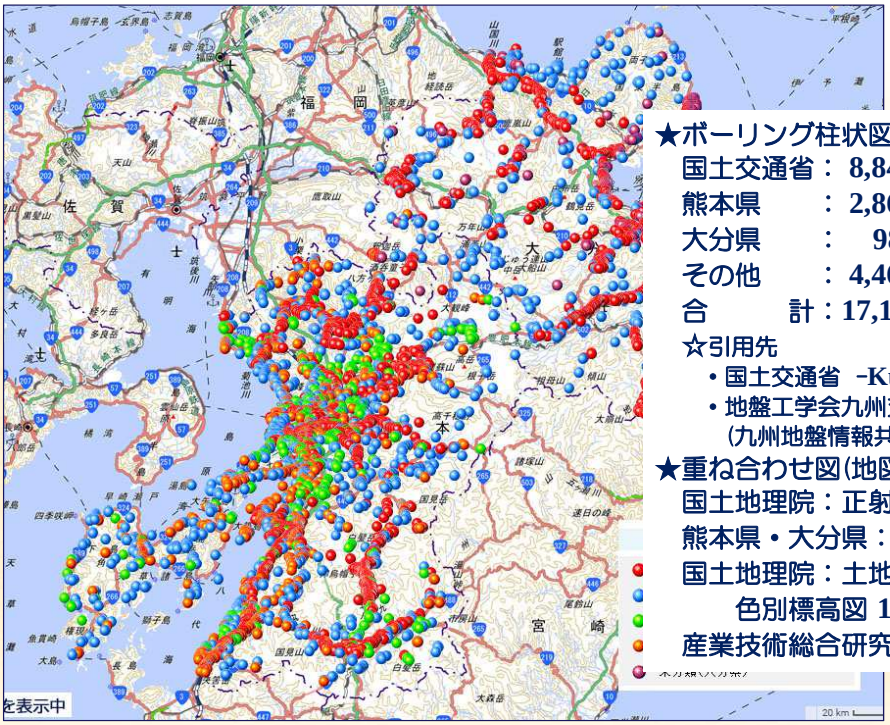
1.熊本地震復興支援ボーリング柱状図緊急公開サイト

★特徴
総務省実証事業「平成24年度情報流通連携基盤の地盤情報における実証」で収集された熊本県内と大分県内のボーリング柱状図を緊急的に公開している。

★開設の経過
☆仮開設： 2016/ 4/16 午後
☆iPhone ： 2016/ 5/22
☆NotePC： 2016/ 5/23
☆メイン ： 2016/ 5/31

★事業者
☆主体：一般社団法人 全国地質調査業協会連合会(JGCA)
☆情報整備・システム開発：
特定非営利活動法人 地質情報整備活用機構(GUPI)

熊本地震復興支援ボーリング柱状図緊急公開サイト



★ボーリング柱状図
国土交通省： 8,846本
熊本県　　： 2,868本
大分県　　：　982本
その他　　： 4,463本
合　　計：17,159本
☆引用先
- 国土交通省 -KuniJiban-
- 地盤工学会九州支部
(九州地盤情報共有データベース 2005/2012)

★重ね合わせ図(地図タイル)
国土地理院：正射画像(空中写真) 23式
熊本県・大分県：土砂災害警戒区域　各2式
国土地理院：土地条件図 1式,
色別標高図 1式, 国土画像情報 2式
産業技術総合研究所：シームレス地質図 1式

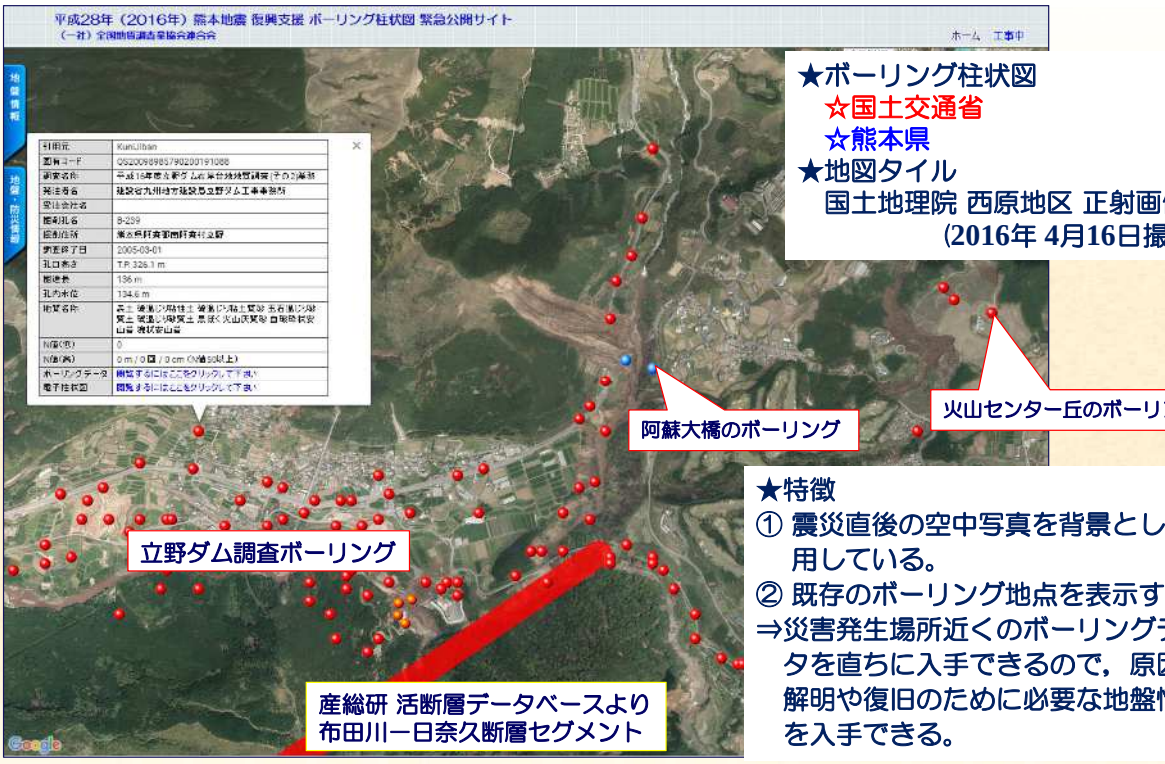
サイトへのアクセス方法

メインゲート：**https://www.zenchiren.or.jp/**

サイトへのアクセス方法

ミラーゲート： **http://www.web-gis.jp/**

［地盤情報］はDBを使用するメインサイト

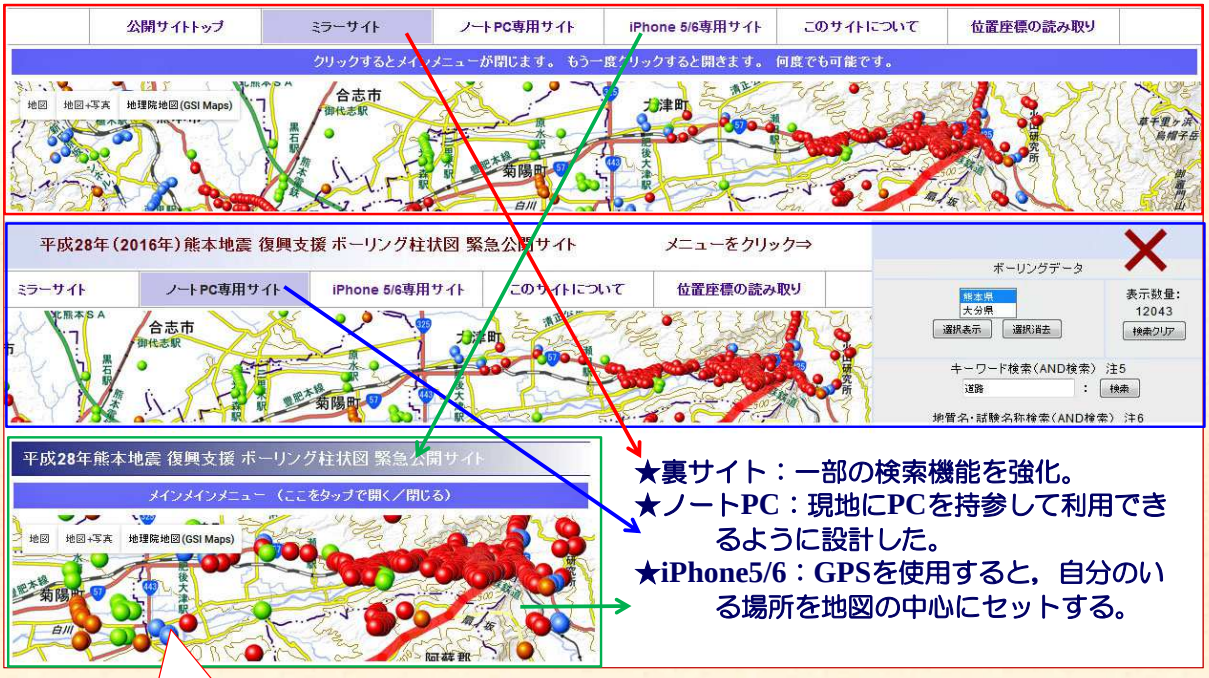


★ボーリング柱状図
☆国土交通省
☆熊本県
★地図タイル
国土地理院 西原地区 正射画像
（2016年 4月16日撮影）

★特徴
① 震災直後の空中写真を背景として使用している。
② 既存のボーリング地点を表示する。
⇒災害発生場所近くのボーリングデータを直ちに入手できるので，原因の解明や復旧のために必要な地盤情報を入手できる。

[ノートPC]はDBを使用しない裏ーサイト

ノートPC 地盤情報

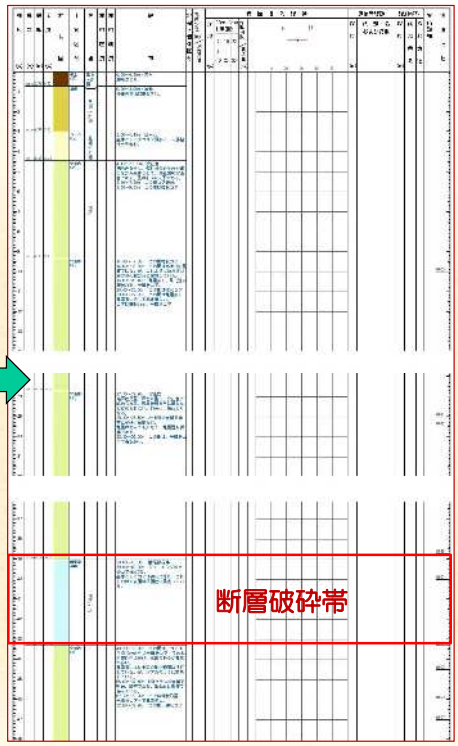


★裏サイト：一部の検索機能を強化。
★ノートPC：現地にPCを持参して利用できるように設計した。
★iPhone5/6：GPSを使用すると，自分のいる場所を地図の中心にセットする。

タップし易いように，
マーカーを大きくした。

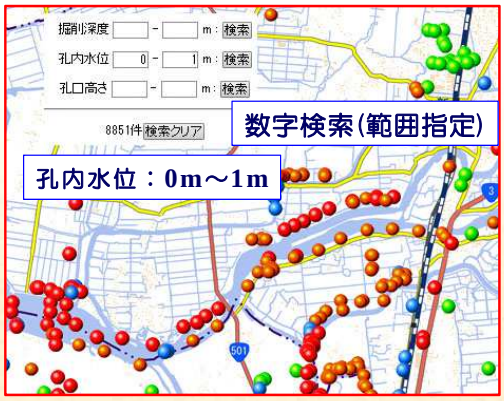
裏サイトは，新しい機能を試すためのサイト。

緊急公開サイトでできること　メインサイトの検索機能

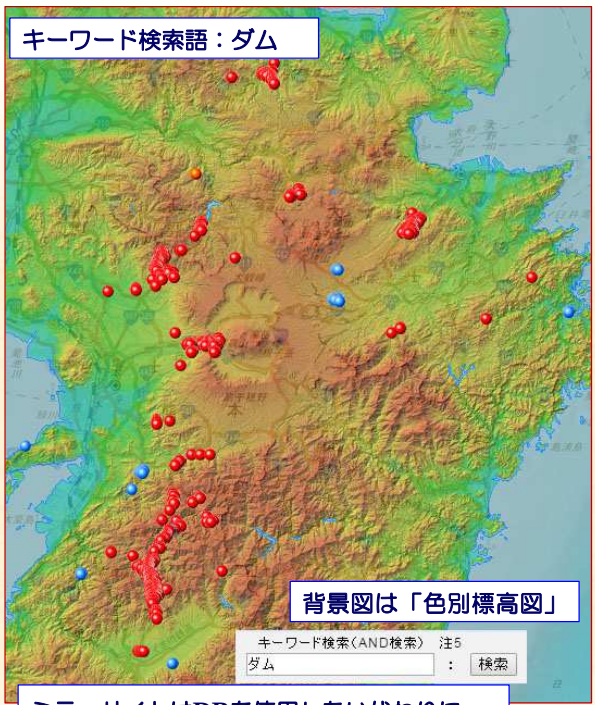


☆地質名称に「断層」と入力して検索すると 50本がヒットする。

緊急公開サイトでできること メインサイトの検索機能



緊急公開サイトでできること 裏サイトの検索機能

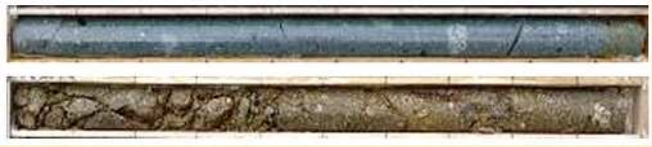


ミラーサイトはDBを使用しない代わりに，広域でもボーリングマーカーを表示する。

緯度・経度と住所を調べるサイト

ボーリング調査とは

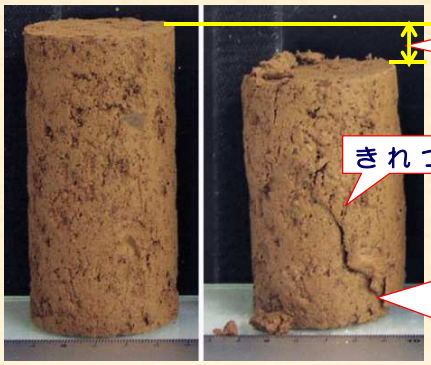
① ボーリング機械で地盤を掘削して，コア(土や岩石)を採取する。その場でコアの観察をする一方，試験室に持ち込んで，様々な試験を行う。
② 掘削した孔を使って，地盤の強さなどを直接測定する。
③ ①と②の結果から，土や岩石の強さ，風化の程度や水の通しやすさなどを判断する。
④ 複数のボーリング調査結果を組み合わせて，その地域の地質の状態を判定する。



ボーリングコア　上：固い岩盤　下：もろい岩盤

ボーリング調査とは

コア試験［圧縮試験］

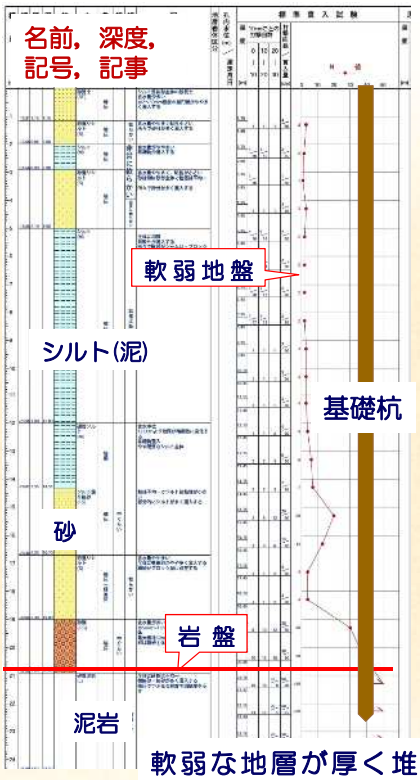


(左)before　(右)after

ボーリング孔の中に，地震波の伝わる速さを測定するセンサーを入れている。

一般的に，速度が大きいほど，地盤は強くなる

ボーリング柱状図とは



軟弱な地層が厚く堆積している地盤

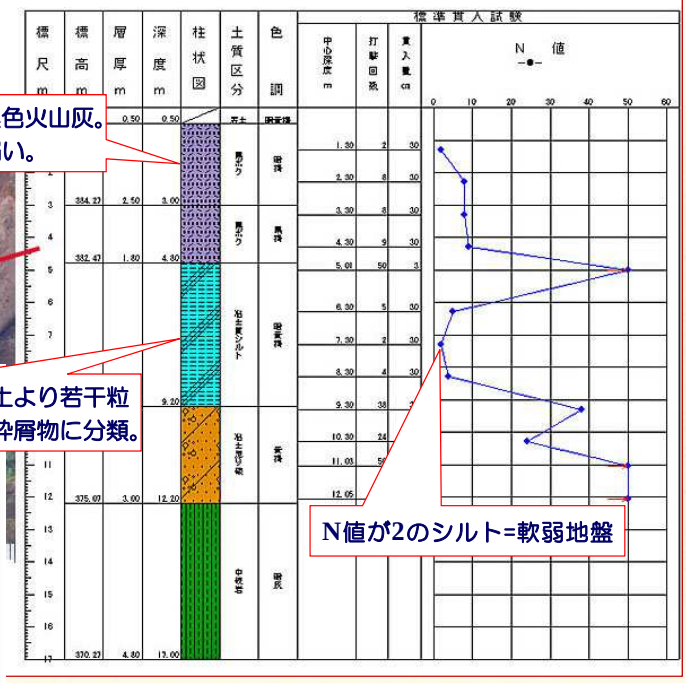
★ボーリングの結果をわかりやすく図にしたもの。
★次の情報(データ)を，図，文字や数字で表現する。
　☆位置の情報：緯度，経度，標高，掘削の方向など
　☆地質の情報：名前，深度，記号，色や観察記事など
　☆強さの情報：各種試験結果(データ)
　　最もポピュラーな試験を「標準貫入試験」と言い，結果は「*N*値」で表示する。
　　N > 50：杭基礎の支持層　　N < 3～5：軟弱地盤

浅い深度に岩盤が出ている例

ボーリング柱状図からわかること－国道脇の斜面崩壊

黒ぼく：有機物を多く含んだ黒色火山灰。雨水や流水の浸食に弱い。

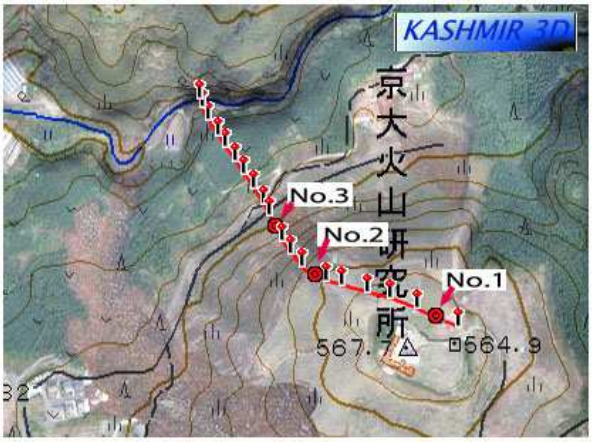
粘土質シルト：シルトは粘土より若干粒子が粗い。この地では火山砕屑物に分類。

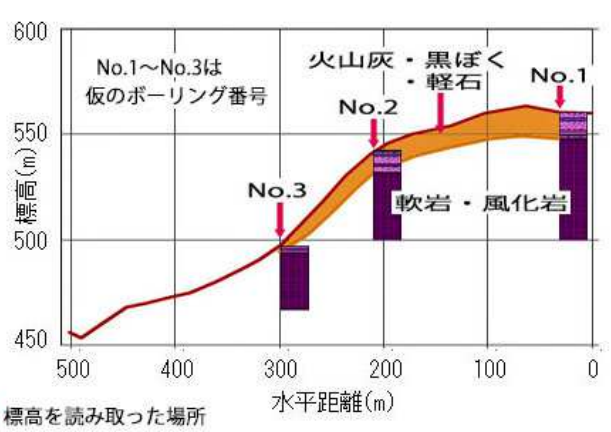


N値が2のシルト=軟弱地盤

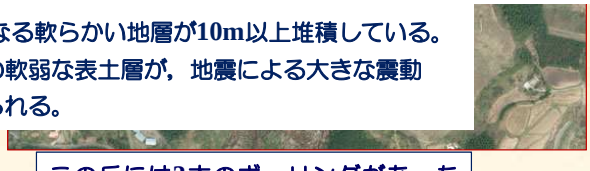
引用先	Kun
固有コード	QS4
業務件名	熊本
事業者	国土
調査者	
掘削住所	熊本県阿蘇郡南阿蘇村立野
掘削標高	387.3 m
掘進長	17.0 m
掘削終了	1989-02-01
最終水位	0.0 m
地質名称	表土 黒ぼく粘土質シルト 粘土混じり礫 中硬岩
貫入試験	5.0 m/ 50 回/ 3 cm（N値50以上）
柱状図	閲覧はここをクリックしてください
ボーリングデータ	閲覧はここをクリックしてください
特記事項	ボーリングデータ(XML)の公開は国土交通省のみです

ボーリング柱状図からわかること－火山センター丘土砂災害



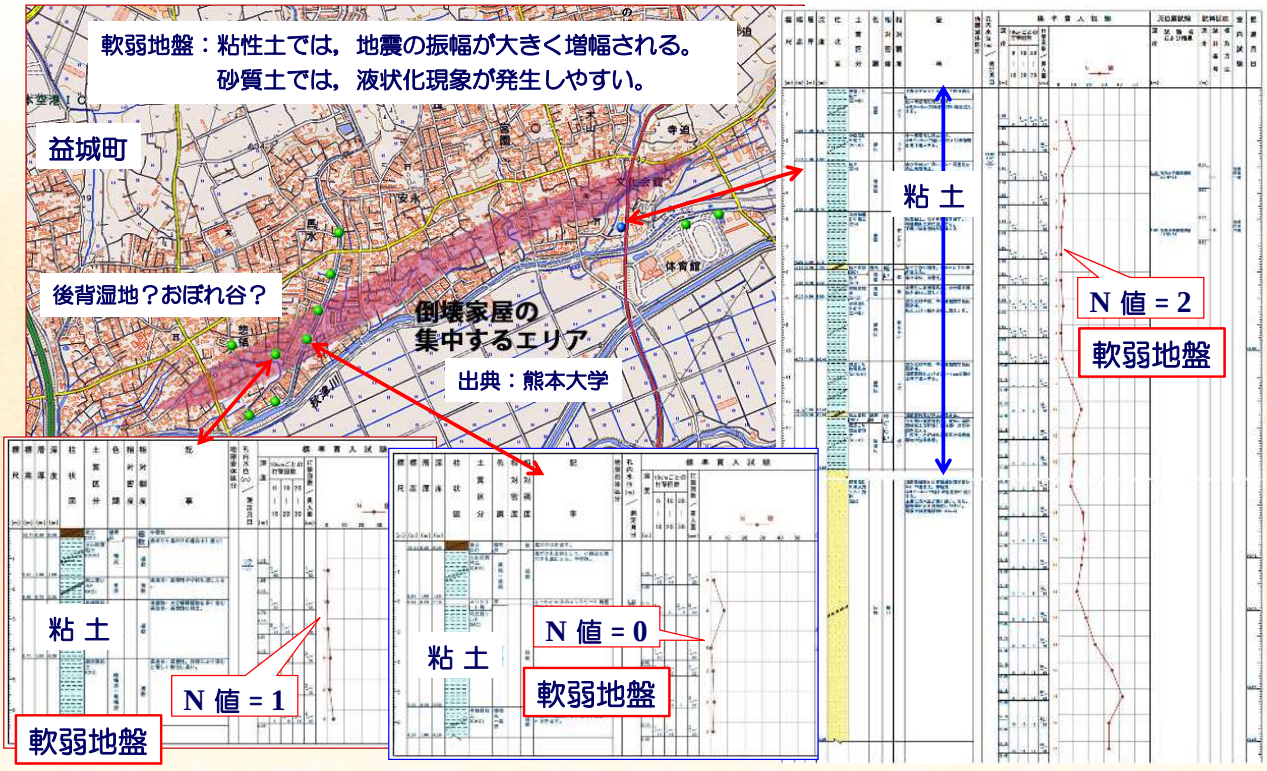


★丘の頂部では，火山灰，黒ぼくと軽石からなる軟らかい地層が10m以上堆積している。
★傾斜が急になるところ(遷急線)付近から下の軟弱な表土層が，地震による大きな震動(水平加速度)により滑り出したものと考えられる。

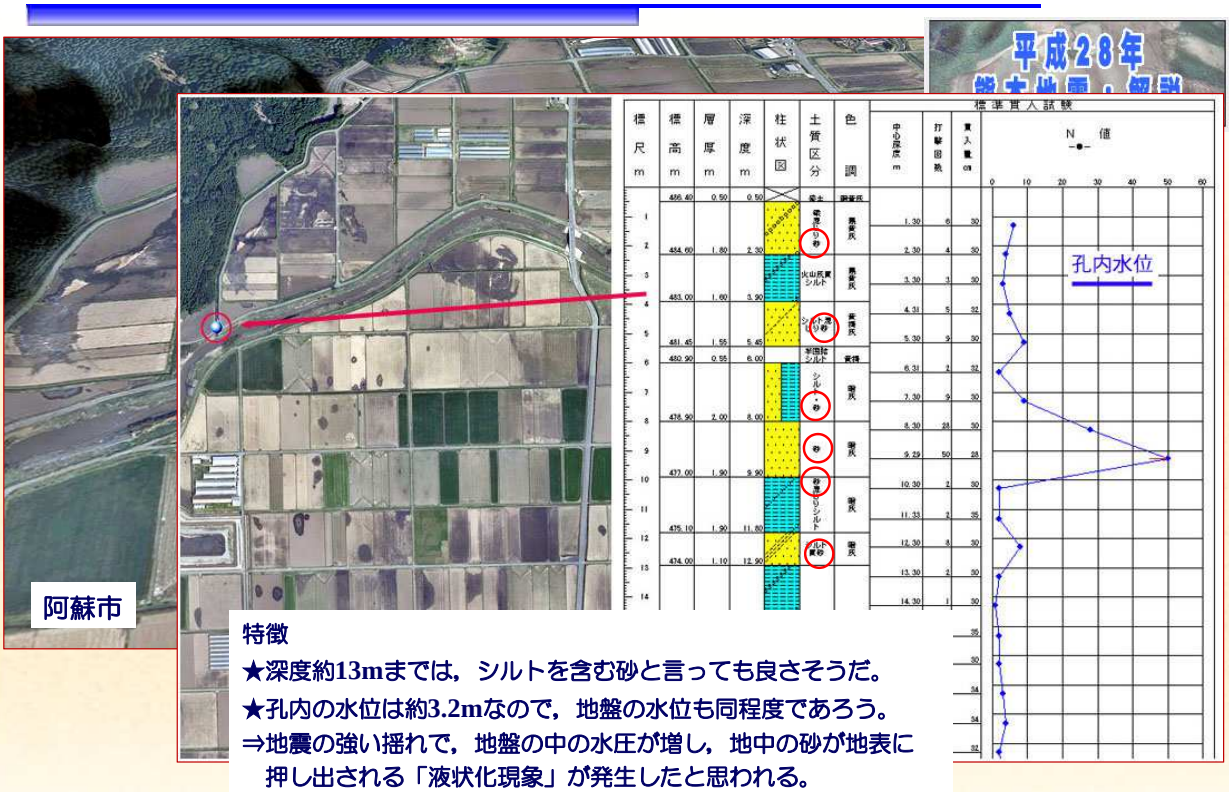


この丘には3本のボーリングがあった

ボーリング柱状図からわかること－益城町の揺れによる災害



ボーリング柱状図からわかること－阿蘇市の液状化現象



特徴

★深度約13mまでは，シルトを含む砂と言っても良さそうだ。

★孔内の水位は約3.2mなので，地盤の水位も同程度であろう。

⇒地震の強い揺れで，地盤の中の水圧が増し，地中の砂が地表に押し出される「液状化現象」が発生したと思われる。

【参考】河川改修に伴う液状化

2.オープンデータと地質(地盤)情報

「オープンデータ」と言えるための条件(総務省)

＝ 機械判読に適したデータ形式で，
二次利用が可能な利用ルールで公開されたデータ

☆機械判読に適したデータ形式

コンピュータが，当該データの論理的な構造を識別(判読)でき，
構造中のデータを処理できる形式

○ Text(XML, CSV, JSON, etc.)， Binary(DWG, SHAPE, etc.)

× Image Data(PDF, JPEG, PNG, etc.)

☆二次利用が可能な利用ルールで公開されたデータ

「データ所有者が，データの二次利用を予め許諾している」ことを
予め明示すること

☆クリエイティブ・コモンズライセンスの「CC BY(表示-自由使用)」
に相当する

出典1 http://www.soumu.go.jp/menu_seisaku/ictseisaku/ictriyou/opendata

出典2 http://creativecommons.org/licenses/?lang=ja

電子行政オープンデータ戦略（平成24年7月4日）

出典：総務省：加筆修正

IT戦略本部： 公共データの活用促進に集中的に取り組むための戦略として 電子行政オープンデータ戦略 を策定

◆ 戦略の意義・目的

① 透明性・信頼性向上　→ 行政の透明性の向上，行政への国民からの信頼性の向上
② 国民参加・官民協働推進 → 創意工夫を活かした公共サービスの迅速かつ効率的な提供，ニーズや価値観の多様化等への対応
③ 経済活性化・行政効率化 → 我が国全体の経済活性化，国・地方公共団体の業務効率化，高度化

◆ 基本的な方向性

① 政府自ら積極的に公共データを公開 すること
② 機械判読可能な形式で公開 すること［著者注：XMLやCSVといったいわゆるデータ］
③ 営利目的，非営利目的を問わず活用を促進 すること［著者注：営利にアレルギーのある行政が多い。特に地方］
④ 取組可能な公共データから速やかに公開等の具体的な取組に着手 し，成果を確実に蓄積していくこと

◆ 具体的な施策

【平成24年度】以下の施策を速やかに着手

1 公共データの活用推進（公共データの活用について，民間と連携して実証事業等を実施）　《内閣官房，総務省，経済産業省》
① 公共データ活用ニーズの把握　② データ提供方法等の整理　③ 民間サービスの開発

2 公共データ活用のための環境整備（実証事業等の成果を踏まえつつ，公共データ活用のための環境整備）《内閣官房，関係府省》
① 必要なルール等の整備(著作権の取扱いルール等)　② データカタログの整備　③ データ形式・構造等の標準化の推進等
④ 提供機関支援等についての検討

【平成25年度以降】ロードマップに基づき，各種施策の継続、展開　《内閣官房、関係府省》

◆ 推進体制等

【推進体制・制度整備】オープンデータを推進するための体制として，速やかに，官民による実務者会議を設置
① 公共データ活用のための環境整備等基本的な事項の検討　《内閣官房、総務省、経済産業省、関係府省》
② 今後実施すべき施策の検討及びロードマップの策定　③ 各種施策のレビュー及びフォローアップ
【電子的提供指針】フォローアップの仕組みを導入し，「具体的な施策」の成果やユーザーの要望等を踏まえ，提供する情報の範囲や内容，提供方法を見直し《内閣官房，総務省》

★地質（地盤）情報

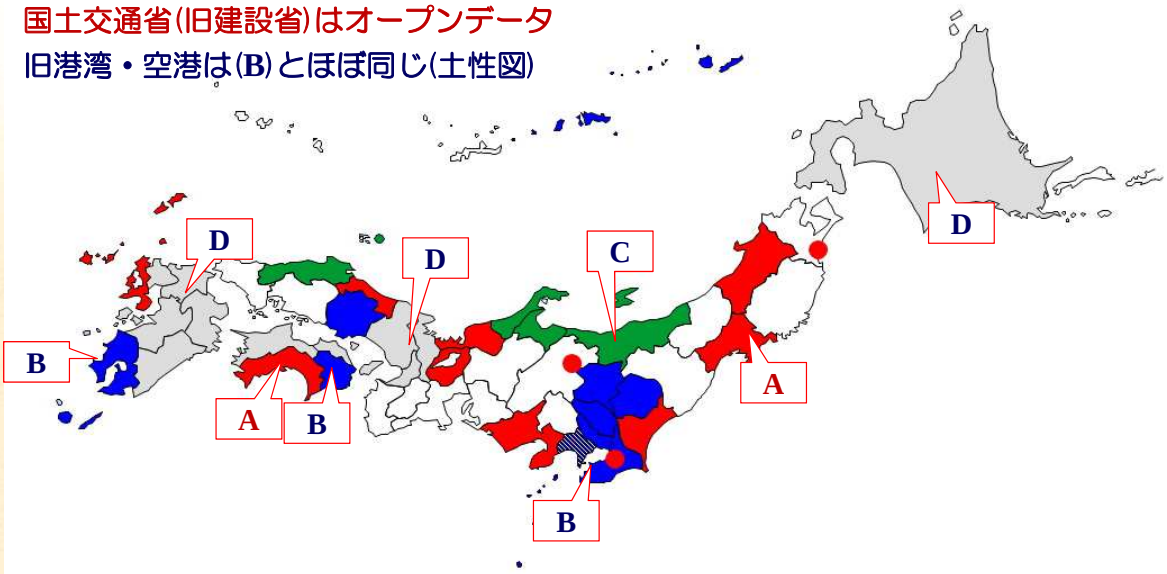
☆客観的事実データ(技術者の思考結果が含まれない成果物)
ボーリング柱状データ，土質試験結果データ　など
※自然的事実の記載であるため，書式に定型性があるため
⇨ オープンデータに該当する

☆著作物(技術者の思考結果［創造性］が含まれる成果物)
地質図，地質断面図，三次元地質モデル　など
⇨ 著作権者が許可すればオープンデータとなる

参考：二次利用の促進のための府省のデータ公開に関する基本的考え方
(ガイドライン) 平成25年6月22日　各府省情報化統括責任者(CIO)
連絡会議決定　平成22年6月19日改定

ボーリングデータの公開状況(地方公共団体)

国土交通省(旧建設省)はオープンデータ
旧港湾・空港は(B)とほぼ同じ(土性図)



- (A)オープンデータ：二次利用可能な電子データを 一般に無償で公開・提供
- (B)インターネット：イメージデータのみを 一般に無償で公開・提供
- (C)インターネット：二次利用可能な電子データを 有償会員に提供
- (D)CD配布：イメージデータのみを 有償会員に閲覧システム付きで提供

ボーリングデータの公開状況(地方公共団体)

形態	提 供 者 名	概 数	備 考
IT-A	国交省，産総研，防災科研，宮城県，秋田県，茨城県，水戸市，千葉市，福井県，千曲市，静岡県，滋賀県，鳥取県，高知県，高知市・香南市・外3市2町，長崎県	16.0万	無償提供
IT-B	栃木県，群馬県，埼玉県，千葉県，東京都，神奈川県，横浜市，川崎市，鈴鹿市，島根県，岡山県，徳島県，鹿児島県	9.0万	無償提供
IT-C	新潟県，富山県，石川県，島根県	3.5万	会員限定
CD配布	北海道，大阪府，京都府，兵庫県，大阪市，京都市，神戸市，堺市，香川県，愛媛県，九州7県(福岡～鹿児島)	7.8万	会員限定

XMLだが，座標値非公開

- (A)オープンデータ：二次利用可能な電子データを 一般に無償で公開・提供
- (B)インターネット：イメージデータのみを 一般に無償で公開・提供
- (C)インターネット：二次利用可能な電子データを 有償会員に提供
- (D)CD配布：イメージデータのみを 有償会員に閲覧システム付きで提供

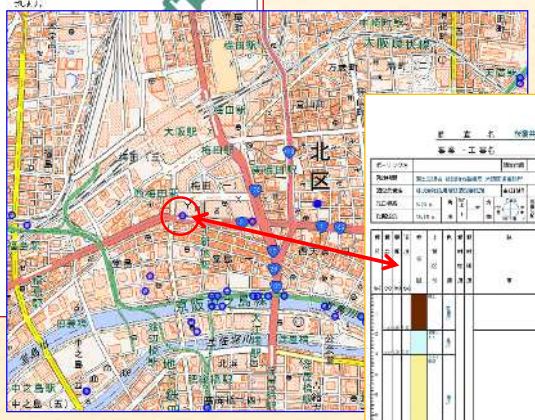
※ 関東地方は無償提供，その他は一部を除き有償提供の傾向がある
※ 長崎県と鹿児島県は，有償公開と無償公開がある(最新データは無償)

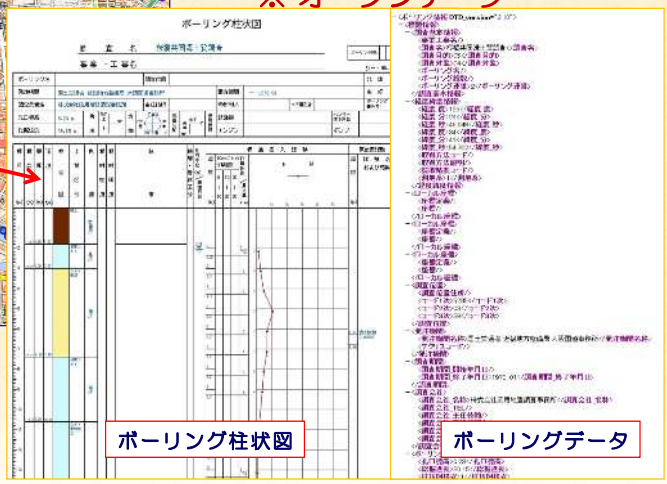
ボーリングデータの公開状況

国土地盤情報検索サイト(KuniJiban)： **http://www.kunijiban.pwri.go.jp/jp/**

★国土交通省が行った事業の中から，全国で約11.5万本のボーリングデータが一般に公開されている

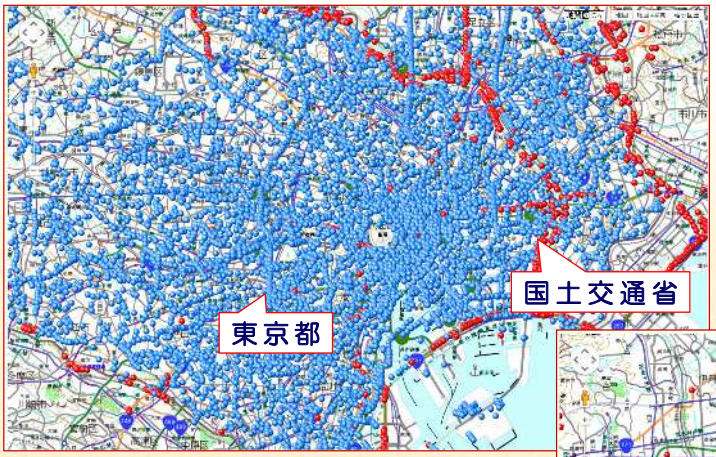
★非営利・営利目的を問わず，再頒布や二次利用可能
※ 商売に利用できる
※ オープンデータ





地図上のマーカーをクリックすると，
ボーリング柱状図(イメージ)と，再処理可能な ボーリングデータ(XML形式)
が無償で提供される

ボーリングデータの公開状況

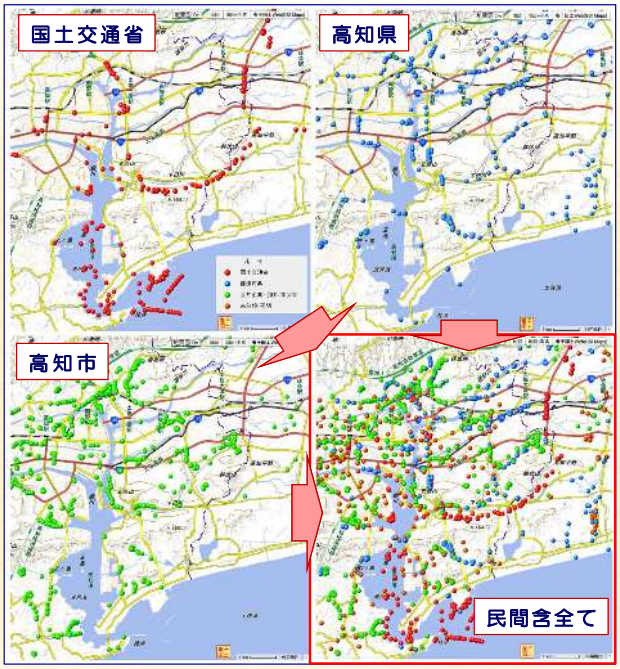


関東圏の特徴
- 茨城県，栃木県，群馬県，埼玉県，千葉県，東京都，神奈川県，横浜市，川崎市 が地盤情報をウェブで公開
- 各自治体を横断的に閲覧できる統一システム(標準)がない
- 各自治体への個別アクセスが不便

関西圏の特徴
- 大阪府，京都府，兵庫県，大阪市，京都市，神戸市，堺市，西宮市，和歌山市 他で協議会を組織
- 統一システム(標準)がある
- 一般には非公開のため，市民は地盤情報にふれあう機会が無い
  → 情報公開請求をすれば可能

ボーリングデータのオープンデータと二次利用

☆ボーリングデータの高密度化によるメリット



出典：こうち地盤情報公開サイト［公開］

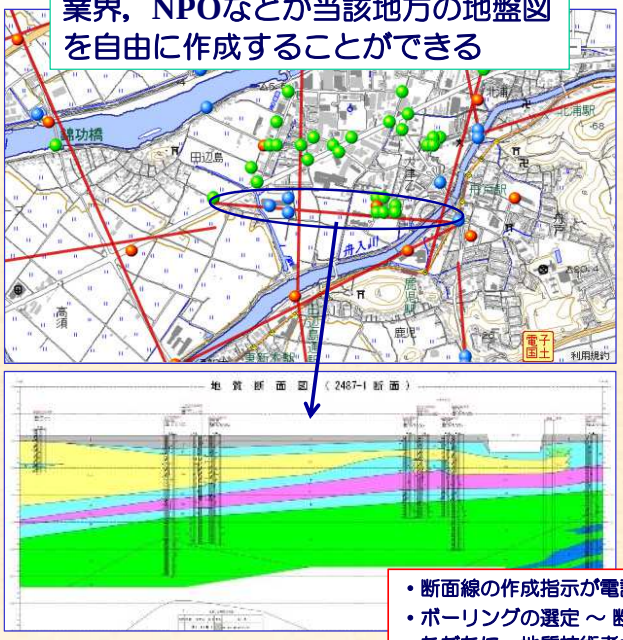
出典：鹿児島大学地盤情報研究サイト［非公開］

ボーリングデータの高密度化による効果

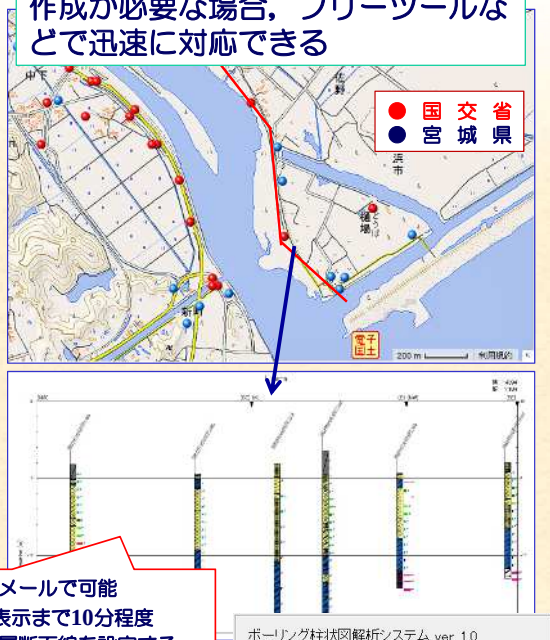
- 国，都道府県，市町村や公益企業等のボーリングデータを，インターネット上で誰でも，自由に閲覧できる
- 電子データとして蓄積することにより，次ページのような二次利用が可能となる
- ビックデータとして扱えるようになる

オープンデータ → 地質断面図作成や地質解析の迅速化

大学や独法の研究機関，地質・建築業界，NPOなどが当該地方の地盤図を自由に作成することができる



災害対応などで迅速な地質断面図の作成が必要な場合，フリーツールなどで迅速に対応できる

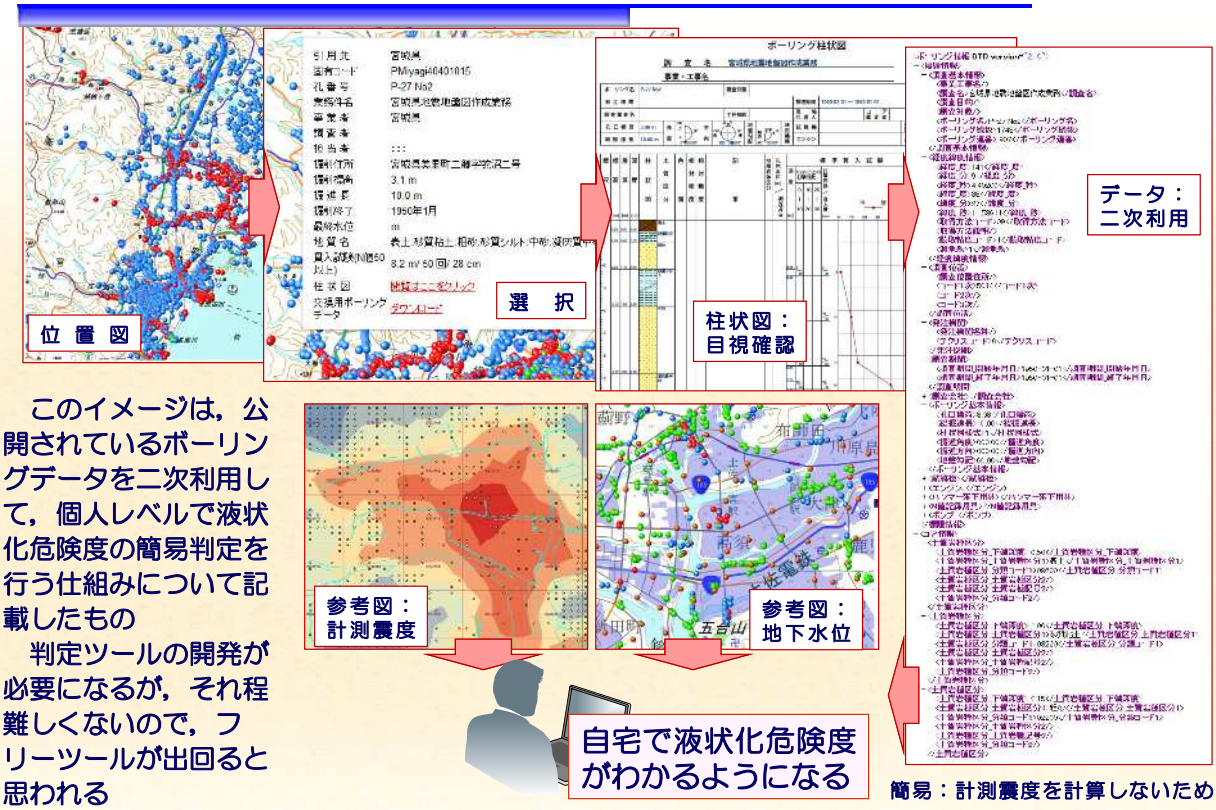


- 断面線の作成指示が電話やメールで可能
- ボーリングの選定 ～ 断面表示まで10分程度
- ただちに，地質技術者が地層断面線を設定する

※書庫から柱状図を探しだし，事務所に持ち帰って手入力する時間と手間が省ける

ボーリング柱状図解析システム ver. 1.0
最終更新日：2010年8月24日
独立行政法人 産業技術総合研究所 AIST

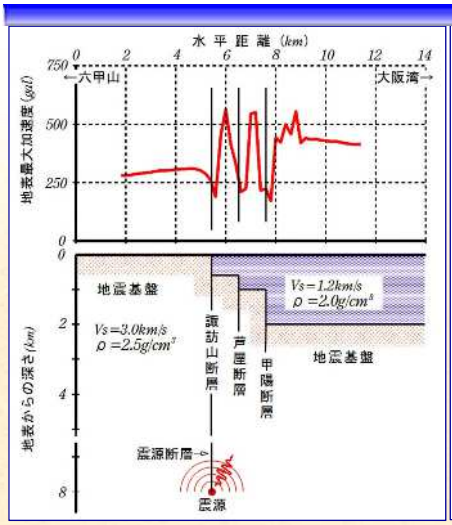
オープンデータの二次利用(提案：液状化簡易判定)



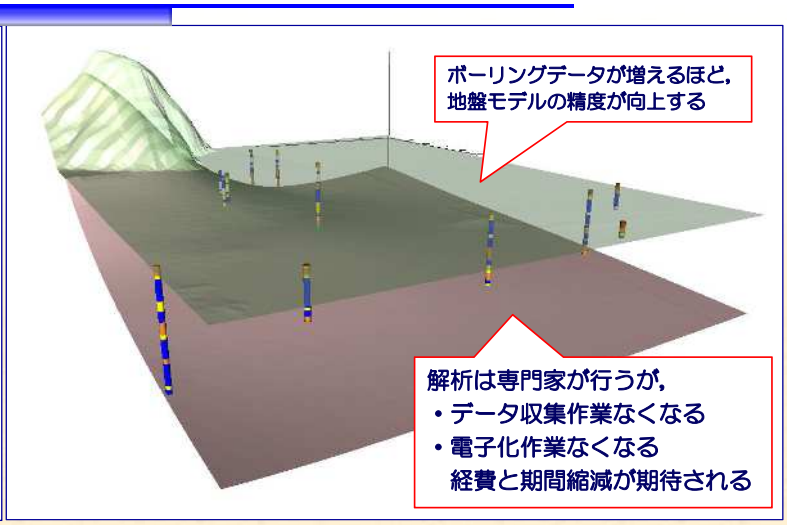
このイメージは，公開されているボーリングデータを二次利用して，個人レベルで液状化危険度の簡易判定を行う仕組みについて記載したもの

判定ツールの開発が必要になるが，それ程難しくないので，フリーツールが出回ると思われる

オープンデータを利用した高次元化地盤モデルの作成



階段状地盤の地震動予測結果(二次元)

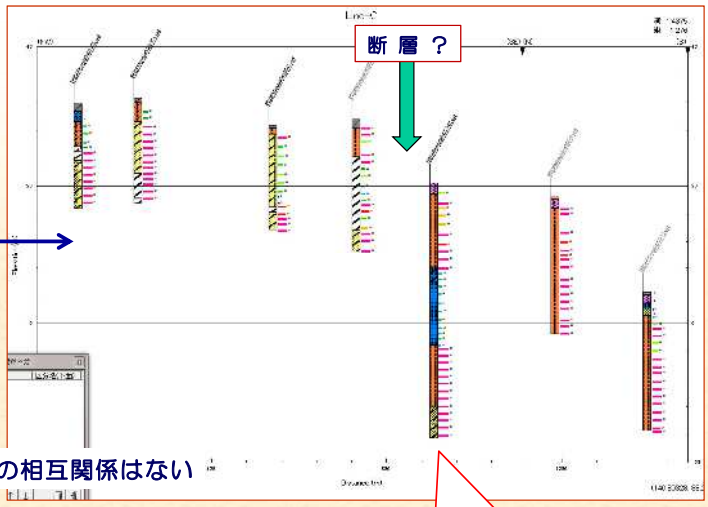


三次元浅層地盤(イメージ)　根本作

★ 二次元地盤モデルや三次元地盤モデルの構築
- ⇨ 京都盆地や神戸市など，複雑な地盤で 二次元(三次元)地震応答計算が可能
- ⇨ より高精度の 計測震度 や 液状化危険度 の判定が可能となる
- ⇨ ピンポイントの地震リスクを予測できるので，防災計画の立案等に役立つ

★ 民間のリスクマネジメント業も成立しや すくなる，と考えられる

オープンデータによる 地質リスクの早期発見(期待)



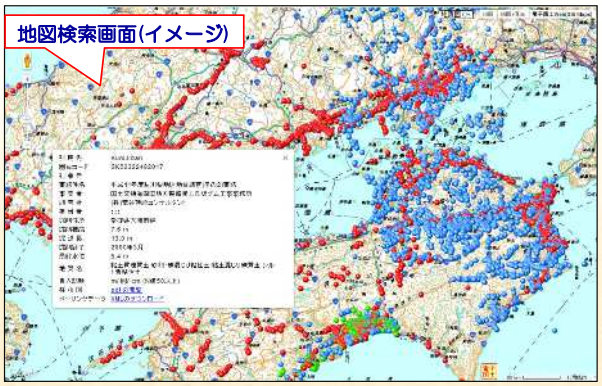
左右の図の相互関係はない

ボーリングデータがオープンデータ化された場合，
国や地方公共団体等の事業者が 「事業計画を立案する時や「地域の防災・減災計画を立案する時」に
見えないところにある 地質リスクを早期に発見して，
事前に対処できる 可能性がある

他の地質リスクの例：
- 断層/不連続線
- 亜炭等の鉱山跡地
- 地すべり

ボーリングデータの公開システム(イメージ)

地図検索画面(イメージ)



一覧表画面(イメージ)

★必要な機能(講師の希望)
- ボーリングデータはオープンデータ
- メタデータのスキーマも公開
- キーワード検索機能が必要
- 地図表示と座標・地名による検索機能
- 検索後は複数データの一括ダウンロード
- 電子納品用のCD-Rからの登録機能
- 実データの分散管理/集中管理は問わない

著作物のオープンデータ

☆地質図(特国法 産業技術総合研究所 地質調査総合センター)

★コンテンツ
- ラスタデータ(JPEG, GeoTIFF, kml)
- ベクトルデータ(Shape file, kml)

★WMSサービス
- 20万分の1日本シームレス地質図 etc.

★WMTSサービス
- 20万分の1日本シームレス地質図 etc.

★アクセス先とJSのソースコード公開

★著作権
- クリエイティブ・コモンズライセンス
  CC BY(表示)
  CC BY-ND(表示ー改変禁止)

産総研 20万分の1日本シームレス地質図の利用例

★背景地図：国土地理院　地理院タイル(標準地図)

★API：Google Maps V3

★参考：http://maps.gsi.go.jp/help/

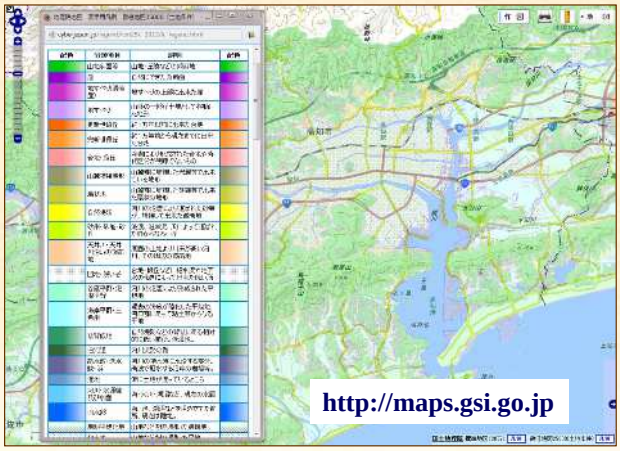
土地条件図・データ(国土交通省 国土地理院)

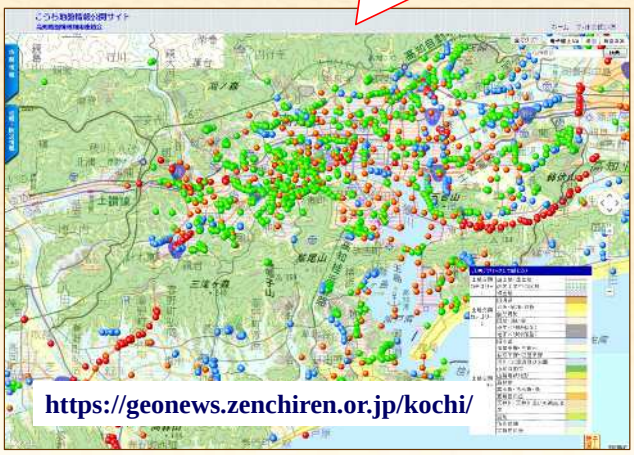
★基本的に「CD-ROM」販売
※JPGIS2.1に基づくXML形式ファイル(GML)
★ESRI Shape file への変換ツールを無償提供
★データ単位：1次メッシュ(20万分の1図幅)
★測 地 系： 世界測地系(JGD2000)
★著作権：国土地理院長の許可が必要の場合有り
★閲 覧：地理院地図(電子国土Web)で閲覧可能

二次加工可能なデータ

産総研のように，タイルが提供されると，二次加工する必要はない

二次加工した例





PR. こうち地盤情報公開サイト

https://geonews.zenchiren.or.jp/kochi/

公開用コンテンツ
① 地盤環境状況
- 標高断彩図(国土地理院)
- 土地条件図(国土地理院)
- 地下水位段彩図(ボーリング)

② 地質図
- シームレス地質図詳細版(産総研)

③ 地質構造
- 地質断面図
- 三次元地質モデル

④ ハザード情報
- 土砂災害警戒区域(急傾斜地)
- 土砂災害警戒区域(土石流)
- 洪水浸水想定図(鏡川，物部川他)
- 過去の浸水実績図
- 南海トラフ巨大地震津波水深想定図

⑤ 避難所等情報
- 収容避難所
- 災害時要援護者施設
- アンダーパス・地下歩道
- 地下施設

★「こうち地盤情報公開サイト」は，総務省の24年度『情報流通連携基盤の地盤情報における実証(高知「選定フィールド実証」)』事業の成果を，高知工科大学を主とする団体が譲り受けて運営されている
★公開情報は国土交通省，高知県，高知市，香南市，南国市，土佐市，須崎市，中土佐町と黒潮町から提供を受けて，代理公開している
★ボーリングに関するデータの二次利用や再頒布が許諾されている
★右に示す一覧表のうち，高知県や高知市などから提供されている防災・減災に関する情報は，それぞれの機関の転載許可を得て一般に公開している
→ これほど多くの種類を持つ民間公開サイトは他には無い

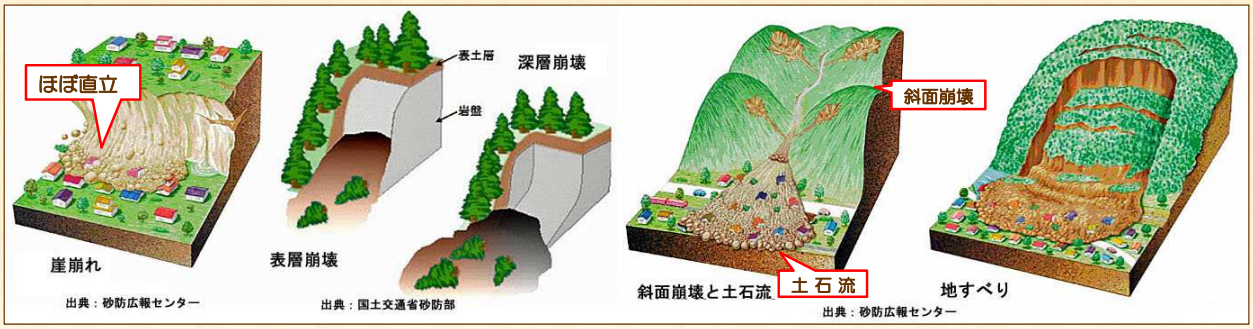
3.自然災害情報： 自然災害の種類と特徴

★土砂災害

- 斜面崩壊(崖崩れ，山崩れ，急傾斜地崩壊)
  - 表層崩壊： 表面土層のみ崩壊
  - 深層崩壊： 表面土層と風化岩盤が崩壊
- 土 石 流 ： 斜面崩壊土砂の流動化現象
- 地すべり： 斜面の重力移動現象
- 岩盤崩落： 亀裂伸展等による岩(石)塊の崩落

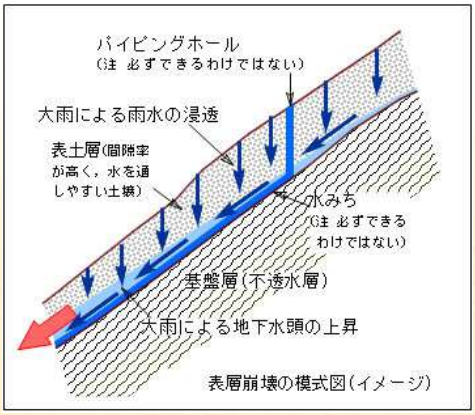
斜面崩壊は研究者によって用語が異なる

- 形状は相似
- 移動速度と移動距離が異なる



注 本文では，地震による土砂災害には言及しない

★表 層 崩 壊



微地形	条 件
斜面の傾斜	傾斜角が概ね30度以上の斜面は崩壊しやすい
傾斜の状況	標高の低い方が急傾斜である斜面は崩壊しやすい(遷急線が高いところにある)
谷型の斜面	凹地など，地表水が集まる地形を持つ斜面は崩壊しやすい
集水面積	集水面積が大きい場合は，斜面崩壊の可能性が高くなる
上方が緩傾斜	斜面の上方に平坦地がある場合は，斜面崩壊の可能性が高くなる 人工的な地形改変により斜面上方に平坦地を造成すると，斜面は崩壊しやすくなる
地質状況	特定の地質との関連性は薄い(**どんな地質でも発生する**)
表 土 層	大きな間隙率を持つ土壌などが雨水で飽和すると，崩壊の可能性が高くなる 表土層が厚くなると崩壊の危険性は高くなる。 表土層の厚さ：概ね2ないし2.5m
流れ盤構造	地層が斜面側に傾いていることを言うが，この構造は地層境界面ですべりやすい
不透水層の存在	地盤に浸透した地下水が不透水層で遮られ，斜面に流れ出るため境界面ですべりやすくなる。 流れ盤構造では，相乗効果によって崩壊の危険性が更に高くなる
植生の影響	ある。 2013年10月に発生した伊豆大島の表層崩壊がその例

2013年10月 伊豆大島

2014年8月 広島市安佐北区

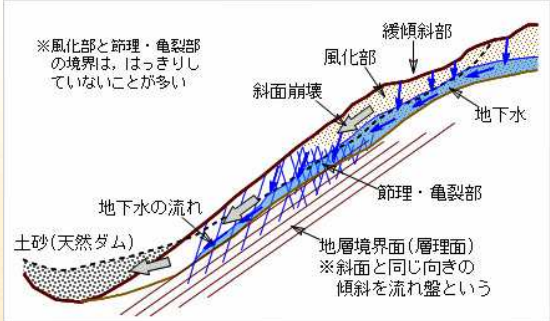
殆ど表層崩壊

急傾斜地崩壊危険箇所数

都道府県	箇所数
広島県	21,943
山口県	14,431
大分県	14,293
島根県	13,912
全 国	330,156

平成14年度末 国土交通省

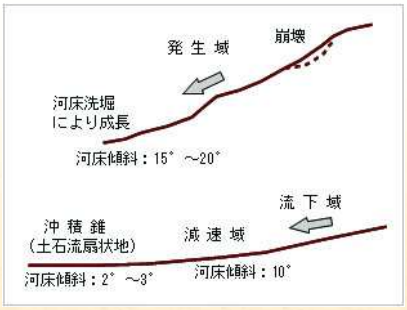
★深層崩壊

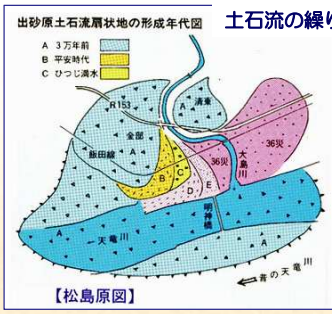


微地形	条件
斜面の傾斜	傾斜角が概ね30度以上の斜面は崩壊しやすい
傾斜の状況	標高の低い方が急傾斜である斜面は崩壊しやすい(遷急線が高いところにある)
谷型の斜面	凹地など，地表水が集まる地形を持つ斜面は崩壊しやすい
集水面積	集水面積が大きい場合は，斜面崩壊の可能性が高くなる
上方が緩傾斜	斜面の上方に平坦地がある場合は，斜面崩壊の可能性が高くなる 人工的な地形改変により斜面上方に平坦地を造成すると，斜面は崩壊しやすくなる
地質状況	地質や地質構造(層理，褶曲，断層など)との関連が大きい
基盤層	**深層崩壊は表土層と，その下位の風化した基盤層が一体となって崩壊する**
流れ盤構造	地層が斜面側に傾いている構造で，地層境界面ですべりやすくなる
不透水層の存在	地盤に浸透した地下水が不透水層で遮られ，斜面に流れ出るため境界面ですべりやすくなる。 流れ盤構造では，相乗効果によって崩壊の危険性が更に高くなる
兆候(微地形)	**兆候が見られる場合がある。 兆候とは，非火山性地域における，クリープ，多重山稜，クラック，末端小規模崩壊，はらみだしや地下水位の変動など**
植生の影響	無し

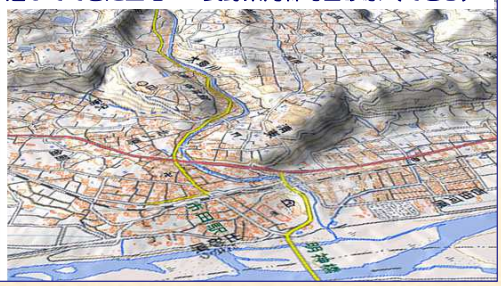
平成23年(2011年)
紀伊半島大水害(台風12号)
赤谷せき止め湖（奈良県五條市）

★土石流





土石流の繰り返しでできた土地 ： 長野県高森町出砂原（でさら）



1997年7月 鹿児島県出水市針原土石流

☆豪雨あるいは地震時などに，渓流や山腹斜面などの堆積物が不安定化し，濁流として流れ下る現象
☆流下過程で更に堆積物，基盤岩の一部，渓岸の樹木などを根こそぎ巻き込み，大きな礫や流木など粒径の大きい物質が先端に集まった高速の流れとなる
☆トリガーは，表層崩壊と深層崩壊のいずれか

土石流危険渓流の箇所数

都道府県	箇所数
広島県	9,964
島根県	8,120
山口県	7,532
岩手県	7,198
全　国	183,863

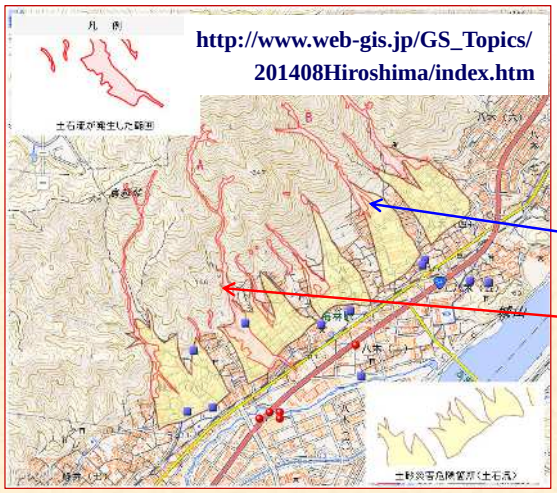
平成14年度末
国土交通省

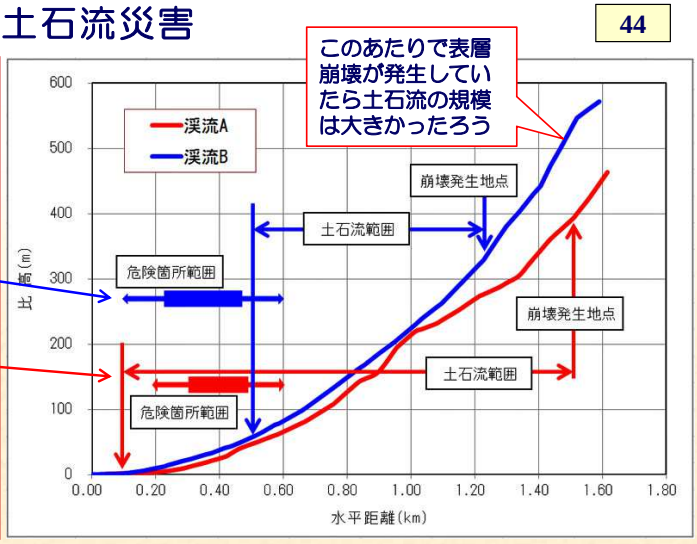
2014年8月 広島市安佐南区他土石流災害

地理院タイル＋10mDEMを Kashmir3D で処理

信州大 大塚 勉教授(地質学)の説
「航空写真と地形図から見て，過去に何度も土石流
が発生し，流下した土砂が堆積してできた扇状地」

2014年8月 広島市安佐南区他土石流災害





土石流の特徴

- 本図の範囲内に限っては，広島県の「土砂災害危険箇所」と，実際に土石流が発生した範囲(堆積範囲)は ほぼ一致 している
- 危険箇所は「土石流扇状地(堆積する場所)」のみ記載するのが一般的
- 「大雨の場合は危険である」という認識を持つことが大事

※注1 この地区は 土砂災害警戒区域の指定前であった

※注2 谷の出口で，扇形をした地形の場所に住むな

次に続く

【参考】土砂災害危険箇所 と 土砂災害警戒区域・特別警戒区域

土砂災害危険箇所 ：土砂災害による被害のおそれのある箇所(1/25,000地形図使用)

※ 危険であることを住民に知らせるもので，法的な規制はない

土砂災害警戒区域：土砂災害のおそれがある区域(1/2,500地形図使用)

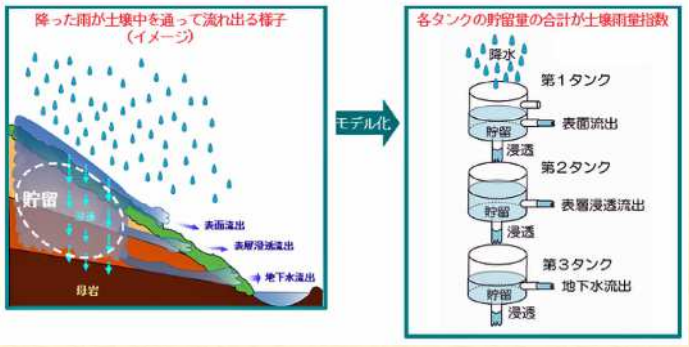
※ 警戒避難体制の整備(行政と住民) → 避難所の設置や避難路の整備

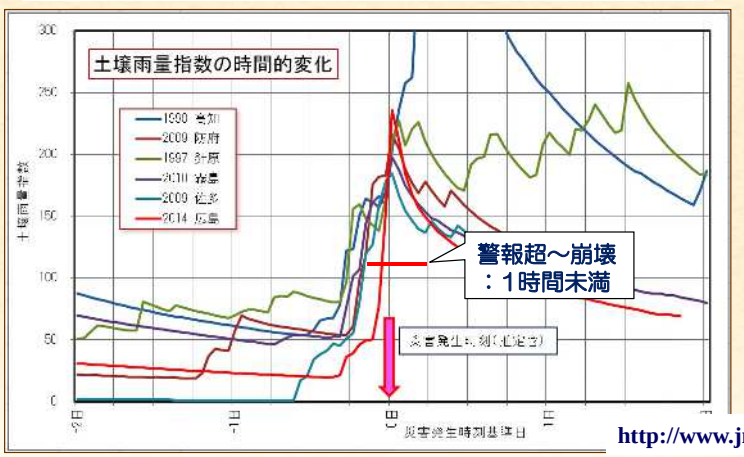
土地の価格が下がる，で指定に反対者が多い

同特別警戒区域 ：建物が破壊され人命に大きな被害が生ずるおそれがある区域(同上)

※ 特定の開発行為に対しての許可が必要や，建築物の構造が規制される など

【参考】土壌雨量指数と土砂災害の関係





★土壌雨量指数：

- 降った雨が土壌中に水分量としてどれだけ貯まっているかを，「タンクモデル」という手法を用いて指数化したもの
- 気象庁では，雨量と降水短時間予測雨量から，5kmメッシュの土壌雨量指数を推定計算して「土砂災害警戒情報」などの発表基準に使用している
- 基準値は 場所によって異なる

広島市安佐南区：

注意報 88　警報 116

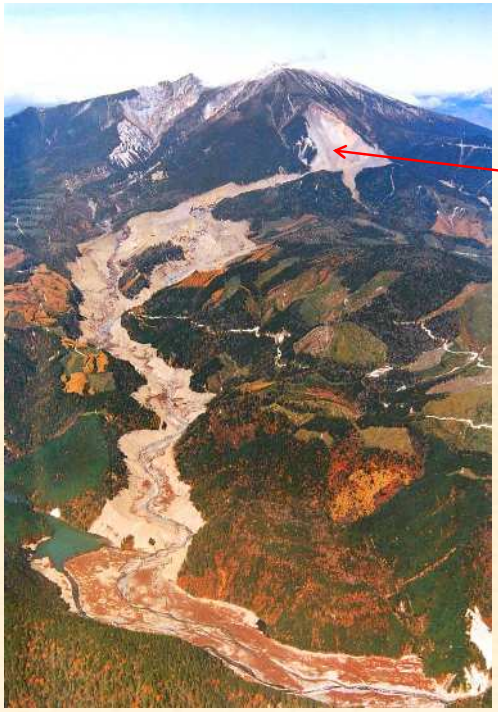
※116超～発災時間は1時間未満

★左図は実際の例(中田作成)

- 土壌雨量指数が概ね150～200で土砂災害が発生している

http://www.jma.go.jp/jma/kishou/know/kijun/index_shisu.html

1984年長野県西部地震 による御嶽山の山体崩壊と岩屑なだれ



- 「1984年長野県西部地震(M 6.8)」は，御嶽山の南側で発生し，死者・行方不明者29名などの被害が生じた。
- 被害の大半は，地震に伴って発生した大規模な斜面崩壊と，それに起因する 岩屑なだれ によるものである。
- 岩屑なだれの流動化の原因は 大量の空気。　土石流の「水」よりも，より流動化しやすく長い距離を流下するのが特徴

★地すべり災害

- 斜面の一部あるいは全てが ブロックとなって，斜面の下方に移動する現象 (深層崩壊によく似ている)
- 斜面崩壊に比べ，移動速度は極めて遅い (1日で数ミリから数センチ程度)
- 一度動き出したら，容易には止まらない
- 粘土化しやすい岩石地域に多く発生する (第三紀層泥質岩，変成岩，火山変質岩)
- 頭頂部には(円弧状)の急崖が発生する

(左)国土地理院(右)アジア航測＋10mDEM を Kashmir3Dで処理

発生日：2011年3月7日
場　所：新潟市上越市板倉区国川
規　模：幅150m，長さ500m，
　　深さ20m，
　　推定土量73万m^3
全壊家屋：人家4棟，非住家7棟
素　因：第三紀層泥質岩(粘土質)
誘　因：融雪に伴う地下水の増加
特　徴：大量の地下水のため，
　　最大移動速度が時速15km

★洪水災害

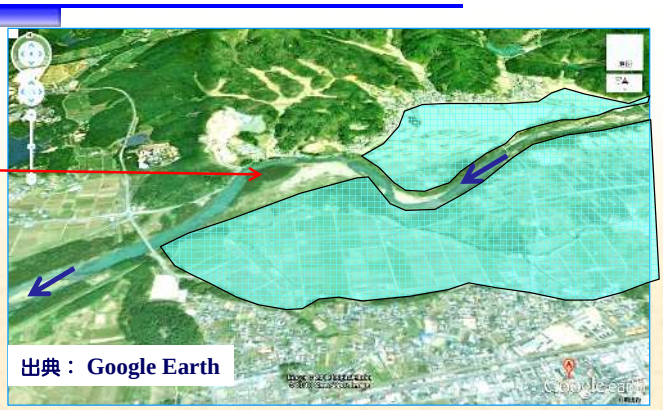
- 河川の氾濫(破堤，越流)
- 内水氾濫(想定外の降雨量，例 ゲリラ豪雨)

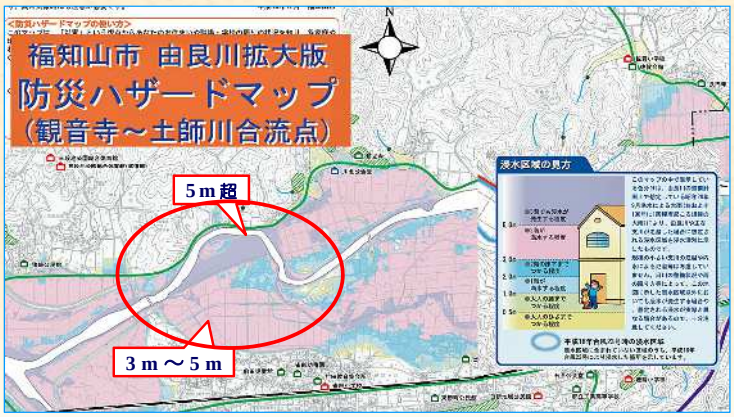
★破　堤：増水した河川水により，堤防が破壊されてはん濫すること
★越　流：増水した河川水が，堤防を越えて流れ出すこと
★内水氾濫：河川用語。堤防の外側の水のこと
　　内(川)側の水は外水という

破堤の例（2013年9月16日 台風18号）

★綾部市私市地区の一部は，台風18号で由良川が破堤・氾濫した
★福知山市防災ハザードマップによると，洪水時では3m～5mの最大浸水深が予想されていた
※ 写真を見る限り，今回浸水した大半は耕作地(米)である
→ ハザードマップは重要である

越流の例（2013年9月16日　台風18号）





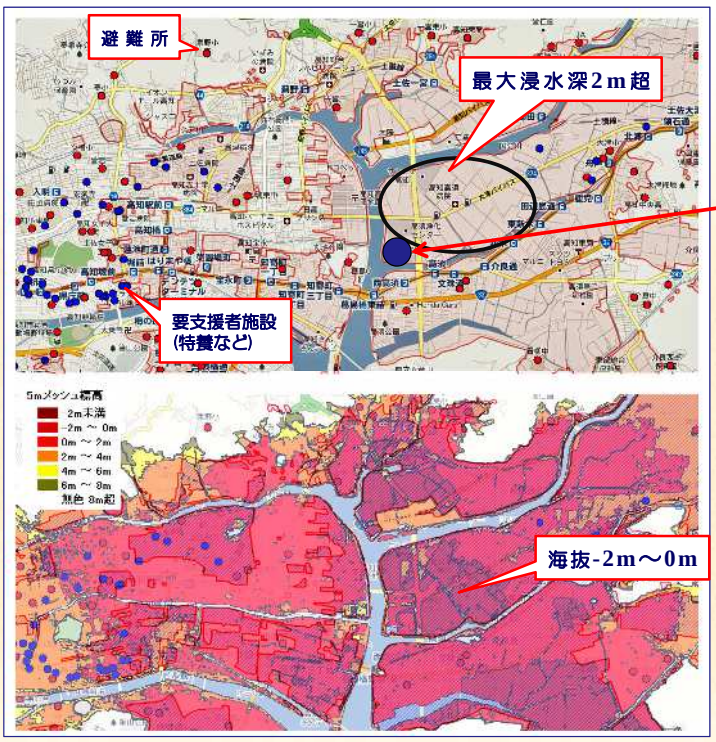
★福知山市前田・川北地区の一部は台風18号で由良川が氾濫した

★福知山市防災ハザードマップによると，洪水時では3m～5mの最大浸水深が予想されていた

※ 写真を見る限り，今回浸水した大半は耕作地(米)である

→ ハザードマップは重要である

内水氾濫(想定外降雨量)の例(高知市)



1998 年9月 高地豪雨

- 累積雨量：874mm (9/23～9/25)
- 時間雨量：112mm (9/24　22:00)
- 床上・床下浸水：　19,749世帯
- 最大浸水深：2m以上

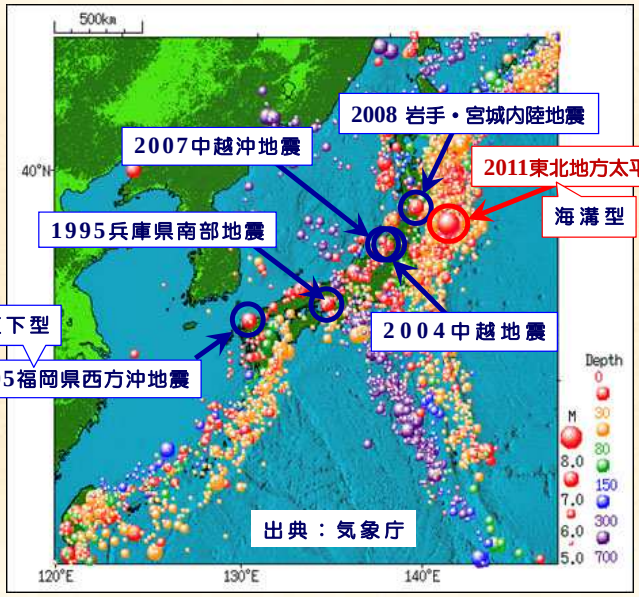
高知市の問題点

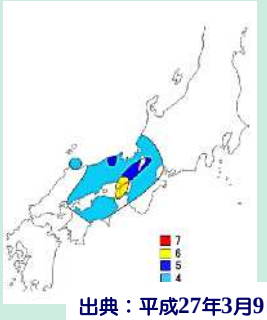
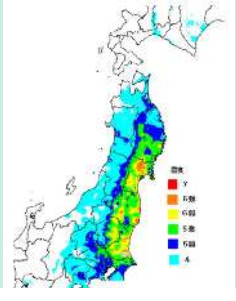
- 標高0m未満の土地が多い
- その場所に「避難所」や「災害時要援護者施設」が多く存在

→ 南海トラフ巨大地震(大津波)への備えが殆ど無いと言っても良い

★地震災害

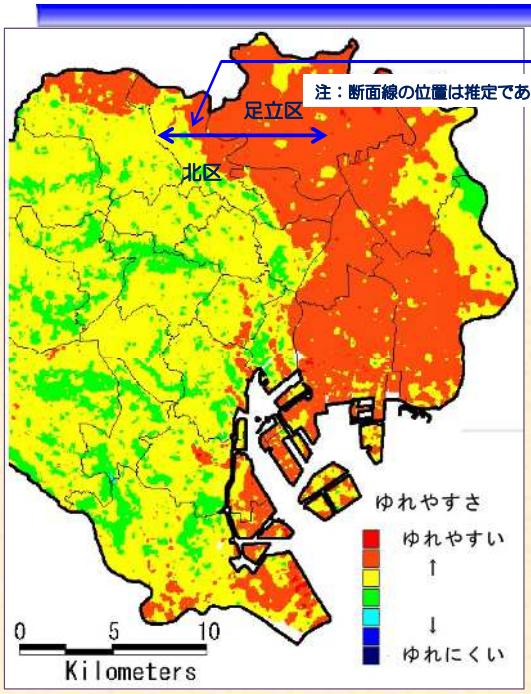
- 揺れ(計測震度)による災害(地盤，構造物)
- 液状化による災害(地盤)
- 津波による災害(構造物)



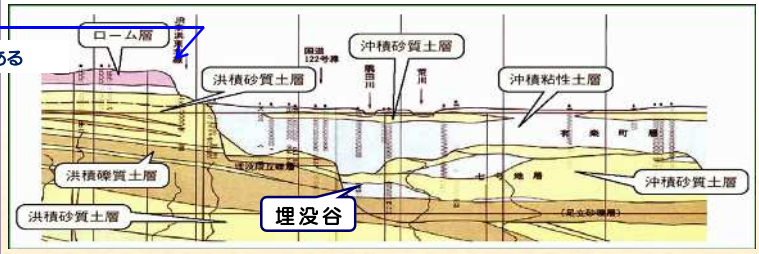
	1995兵庫県南部地震 阪神・淡路大震災	2011東北地方太平洋沖地震 東日本大震災
発生日時	平成7年1月17日　5：46	平成23年3月11日 14：46
マグニチュード	7.3	9.0
地震型	直　下　型	海　溝　型
被災地	都市部中心	農林水産地域中心
津　波	数10cmの津波の報告あり， 被害なし	大津波を観測(最大波　相馬 9.3m以上， 宮古 8.5m以上，大船渡 8.0m以上)
被害の特徴	建築物の倒壊(大規模火災)	大津波による沿岸部での甚大な被害
死者・行方不明者	死者6,434名　行方不明者3名	死者19,225名 行方不明者2,614名(未確定)
住家被害(全壊)	104,906戸	127,830戸(未確定)
震度分布図 (震度4以上)		

出典：平成27年3月9日：　消防庁：平成23年東北地方太平洋沖地震について(第151報)

地震による揺れと地盤の特徴



出典：東京都，首都直下地震等による
東京の被害想定(平成24年4月18日)



平野の特徴と地震時の脆弱性

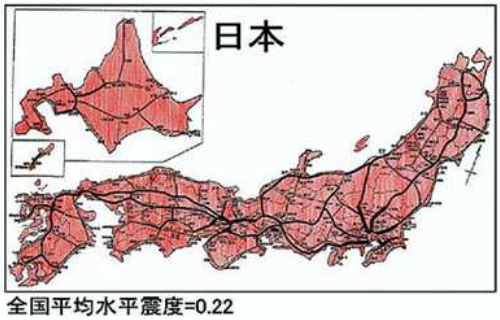
項　目	丘陵地	台　地	平　地
地質年代	新第三紀 ～更新世	更新世 (洪積層)	完新世 (沖積層)
地　形	緩斜面等	隆起扇状地等	扇状地等
計則震度	小さい	中　間	大きい
周波数	高　い	中　間	低　い
減　衰	しやすい	中　間	しにくい

☆地震時の脆弱性は相対的であって，外力(到来地震力)が巨大な場合は，丘陵地でも大きな災害が発生しうる。
☆被害想定図のように，東京の下町地区は軟弱地盤のため 揺れやすく，地震時では甚大な被害が想定される。
☆精度の高い揺れやすさマップを作成するためには，数多くの正確なボーリングデータが必要 である。

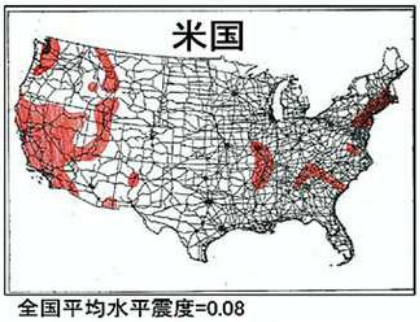
★揺れ(計測震度)による災害

国によって違う耐震構造物の基準

出典：大石久和『国土と日本人』中公新書



全国平均水平震度=0.22



全国平均水平震度=0.08

全国平均水平震度=0.03

全国平均水平震度=0

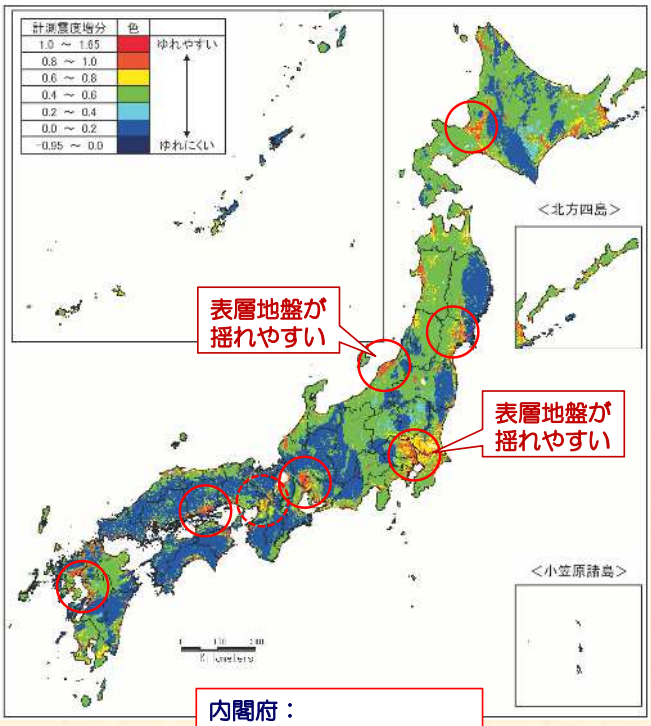
大陸：地震が少ない
日本：地震が多い
　設計・施工時に，耐震性を考慮する必要あり
　→ 工事費用が高くなる

※水平震度とは、地震時の横揺れの大きさを表す尺度です。

：地震力を考慮する地域

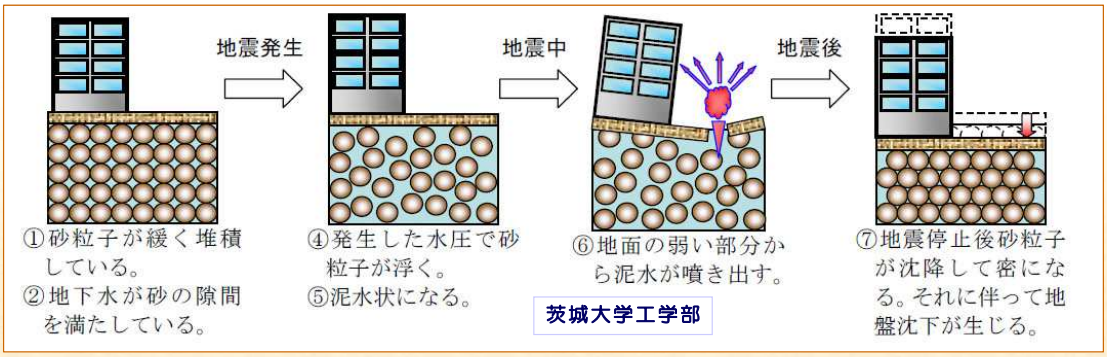
フランス： ド・ゴール空港の高架橋
横揺れがないので「柱は細い」

日本：高速道路の高架橋
横揺れに耐えられるように「柱は太い」

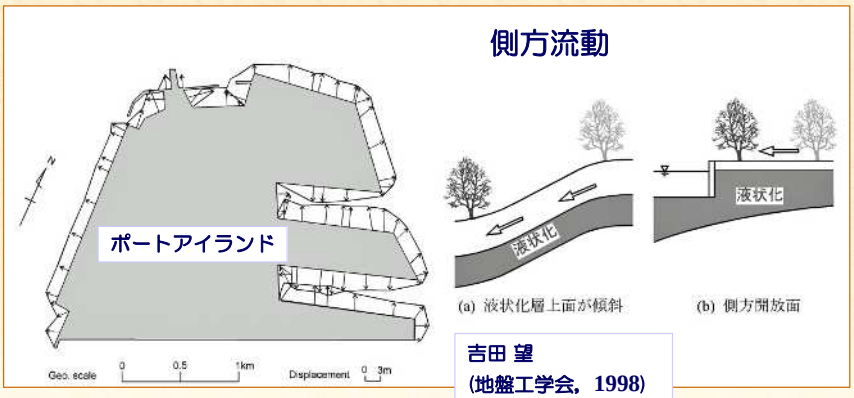


内閣府：
表層地盤のゆれやすさ

★液状化による災害



茨城大学工学部

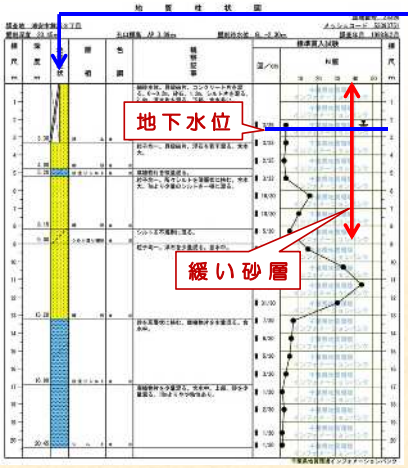


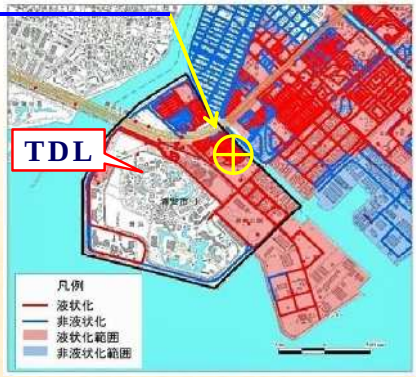
吉田 望
(地盤工学会，1998)

液状化現象

- 噴砂(クレーター)
- 地盤沈下(傾斜，転倒)
- 抜上がり(下水道管)
- 側方流動(護岸，堤防)

2011東北地方太平洋沖地震における液状化発生箇所(例)





☆液状化被害の多かった微地形は，
埋立地と三角州等であった。
☆ただし，場所による微妙な差に
ついては，ボーリングデータを
参照して解析や解釈を行った。

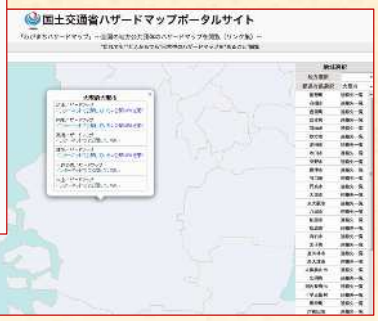
微地形による液状化率

微地形区分	百分率	備　考
埋 立 地	35%	盛土による陸地化
三角州･海岸低地	16%	河口部，汀線部
後背湿地	9%	沖積層の低地
干 拓 地	8%	排水による陸地化
砂州･砂礫洲	8%	潮流等による陸化

出典：東北地方太平洋沖地震による 関東地方の地盤液状化現象の実態解明
報告書［平成23年8月］国土交通省 関東地方整備局・地盤工学会

★ 自 然 災 害 情 報

☆ハザードマップ： 災害予測図 または 災害危険箇所分布図
その地域で過去に発生した 災害の実績 や，地形や地質などの特徴
から抽出される災害に対する 危険箇所と危険度，
並びに避難所や緊急連絡先など 防災・減災に役立つ情報 を併記して
地域住民に周知徹底させ，災害の軽減に役立たせるための地図

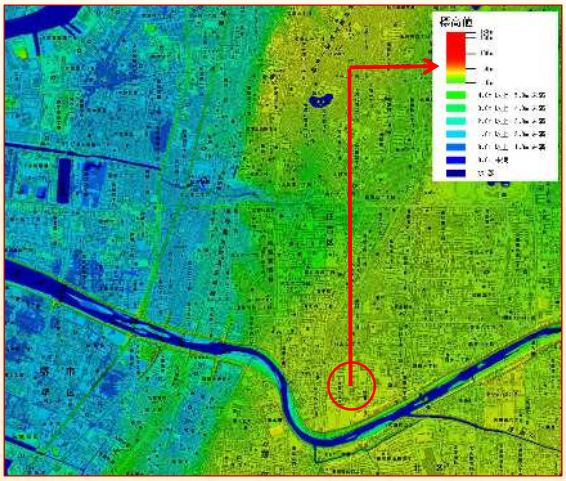


http://disaportal.gsi.go.jp/

☆大阪防災ネット(大阪府)：http://www.osaka-bousai.net/pref/index.html

★地盤の高さ(標高)の情報収集先

☆国土地理院(精密基盤標高地図)：**http://geolib.gsi.go.jp/**
☆地理院地図(電子国土 Web)：
http://maps.gsi.go.jp/#5/35.362222/138.731389



★地盤の高さ(標高)は，大雨による洪水(はん濫)，
低気圧等による高潮，大津波 によるリスクが
どの程度あるのかを判断する重要な指標
★是非，近くの川の水位(満潮時)と比較されたい

★河川水位や洪水の情報収集先

兵庫県はここに統合

☆国土交通省 川の防災情報：**http://www.river.go.jp/kawabou/ipTopGaikyo.do**
(リアルタイム雨量，広域レーダ解析雨量，河川リアルタイム水位， ダム水位，洪水予報など)
☆京都府 河川防災情報　：**http://chisuibousai.pref.kyoto.jp/index.html**
☆大阪府 河川防災情報　：**http://www.osaka-kasen-portal.net/suibou/**
☆奈良県 雨量/水位情報　：**http://www.pref.nara.jp/18268.htm**
☆和歌山県 河川雨量情報：**http://kasensabo02.pref.wakayama.lg.jp/**

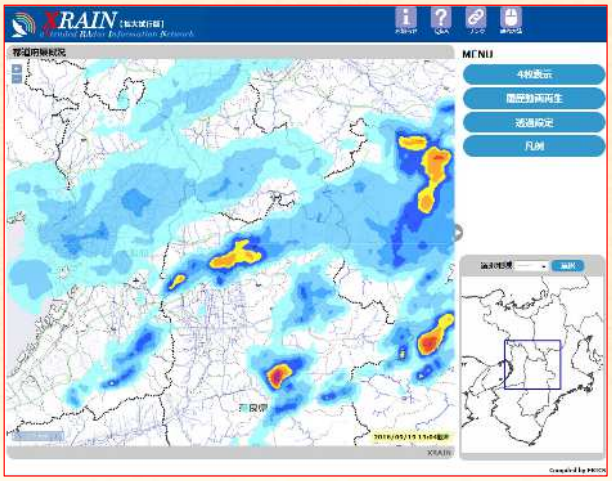
ライブカメラのポータルサイト(リンク集)：
☆国土交通省：**http://www.mlit.go.jp/river/toukei_chousa/bousai/movie.html**

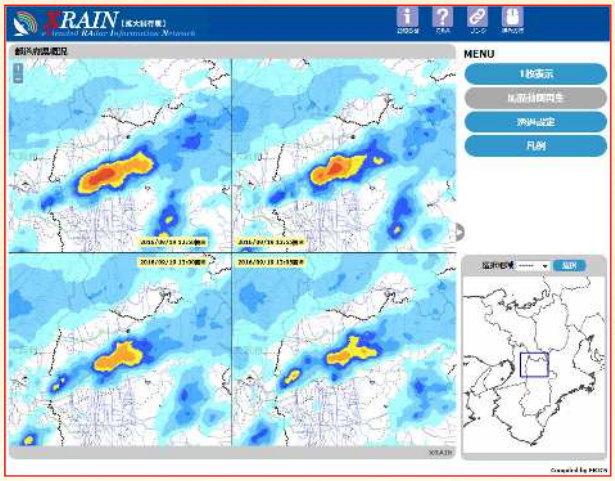
★雨量に関する情報収集先

☆国土交通省 XバンドMPレーダ雨量情報：
http://www.river.go.jp/x/xmn0107010.php

☆気象庁 最新の気象データ検索：
http://www.data.jma.go.jp/obd/stats/data/mdrr/index.html

☆気象庁 過去の気象データ検索：
http://www.data.jma.go.jp/obd/stats/etrn/index.php





★地震や液状化の情報収集先

☆産総研 地質図Navi： https://gbank.gsj.jp/geonavi/geonavi.php

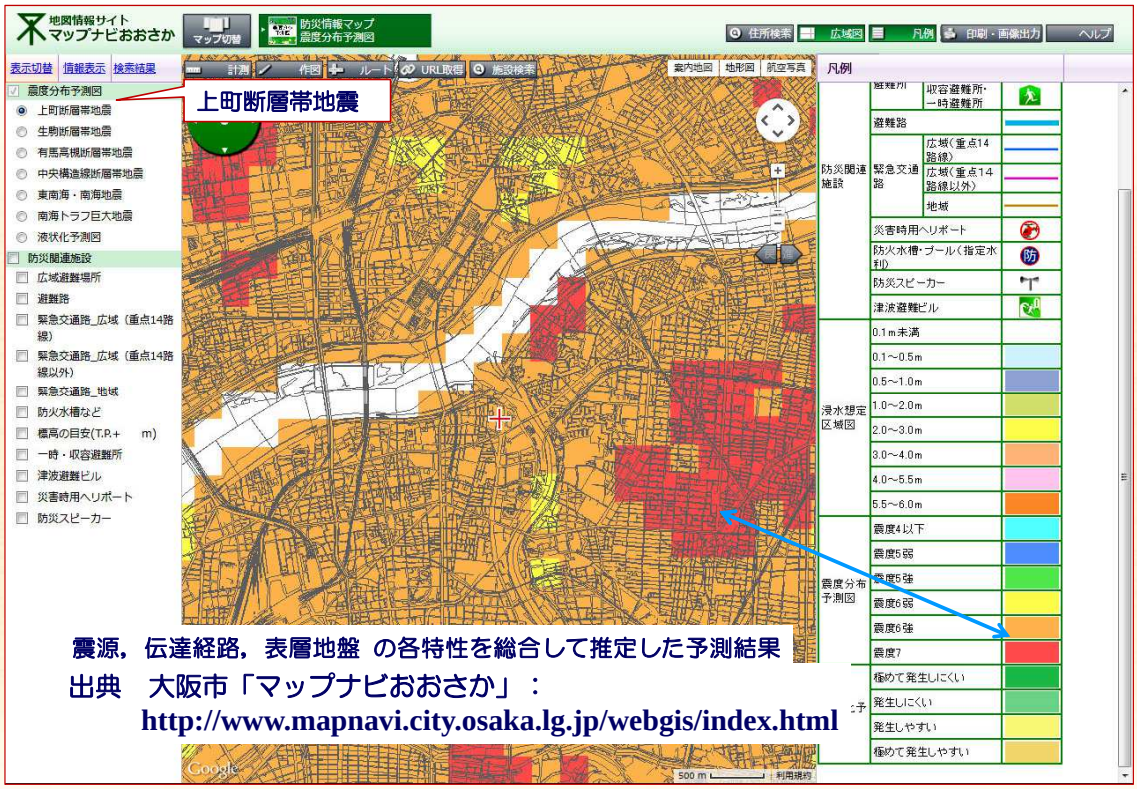
☆J-SHIS 地震ハザードステーション：http://www.j-shis.bosai.go.jp/map/

☆GIAJ 土地条件図(電子国土Web)：[61Pに同じ]

☆日本の液状化履歴マップ：東京大学出版会

☆南海トラフの巨大地震モデル検討会において検討された震度分布・浸水域等に係るデータ提供(政府のオープンデータ戦略による公開)：
http://www.bousai.go.jp/jishin/nankai/model/data_teikyou.html

震度予測結果（例）



震源，伝達経路，表層地盤 の各特性を総合して推定した予測結果

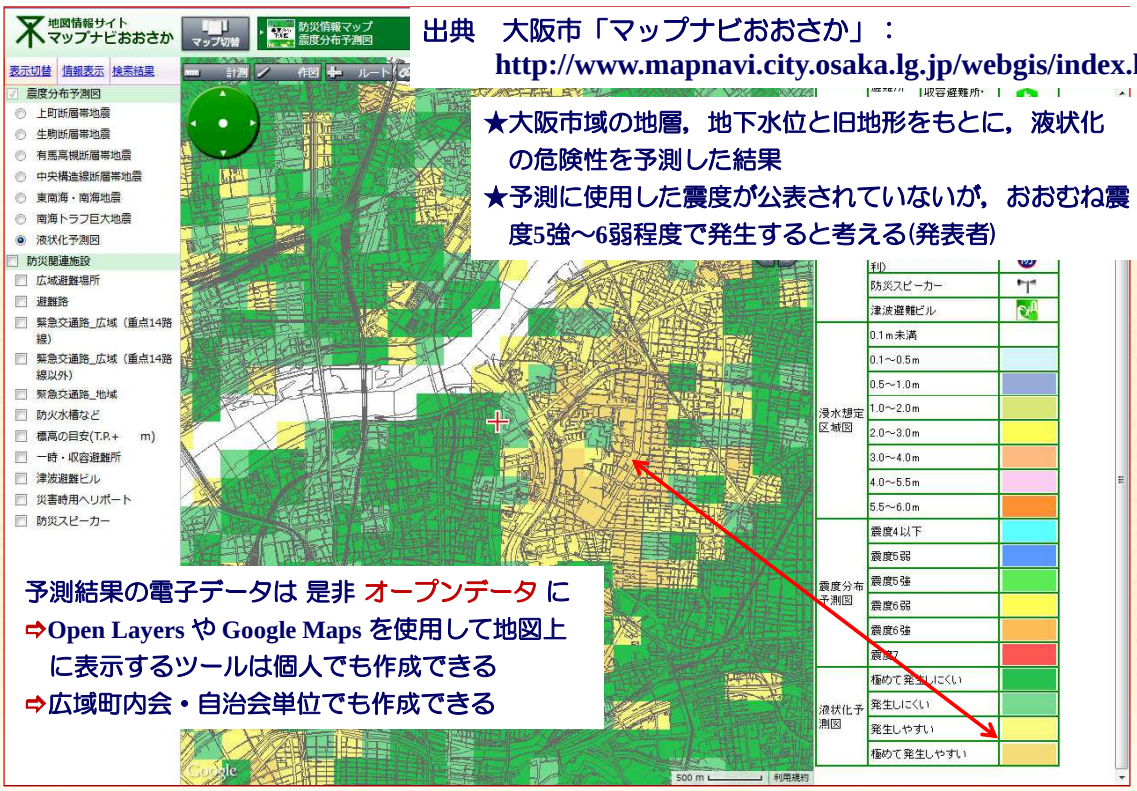
出典　大阪市「マップナビおおさか」：
http://www.mapnavi.city.osaka.lg.jp/webgis/index.html

液状化危険度予測結果（例）

出典　大阪市「マップナビおおさか」：
http://www.mapnavi.city.osaka.lg.jp/webgis/index.html

★大阪市域の地層，地下水位と旧地形をもとに，液状化の危険性を予測した結果

★予測に使用した震度が公表されていないが，おおむね震度5強～6弱程度で発生すると考える(発表者)

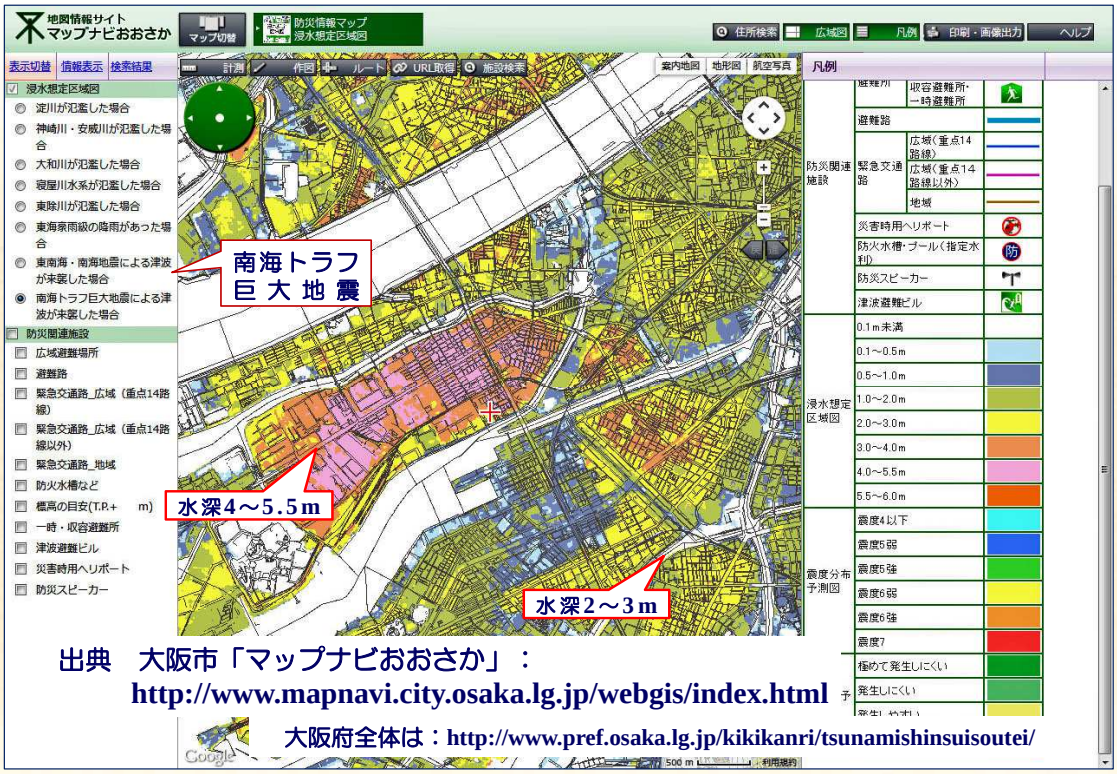


予測結果の電子データは 是非 オープンデータ に

⇨Open Layers や Google Maps を使用して地図上に表示するツールは個人でも作成できる

⇨広域町内会・自治会単位でも作成できる

大阪市の津波ハザードマップ(部分)



出典　大阪市「マップナビおおさか」：
http://www.mapnavi.city.osaka.lg.jp/webgis/index.html

大阪府全体は：**http://www.pref.osaka.lg.jp/kikikanri/tsunamishinsuisoutei/**

★自然災害情報のオープンデータと二次利用

☆国土数値情報(国土交通省)

http://nlftp.mlit.go.jp/ksj/index.html

公開されているポリゴンデータ

☆土砂災害危険区域

- 土石流危険渓流，　・地すべり危険箇所
- 急傾斜地崩壊危険箇所，　・雪崩危険箇所

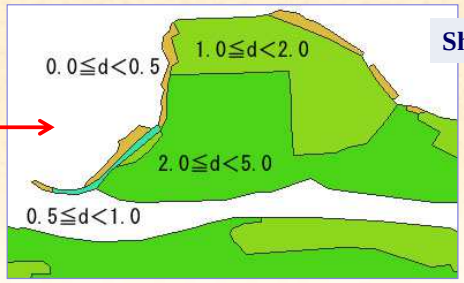
☆浸水想定区域

☆**ESRI Shape file 無償提供**

☆データ単位：　都道府県単位

☆測地系：　世界測地系(**JGD2011**)

☆著作権：出典明記で自由(非営利・非商用)



☆地すべり地形GISデータ(独法 防災科学技術研究所)

☆ESRI Shape file 無償提供 http://www.bosai.go.jp/activity_special/data/

☆データ単位： 1次メッシュ(20万分の1図幅)

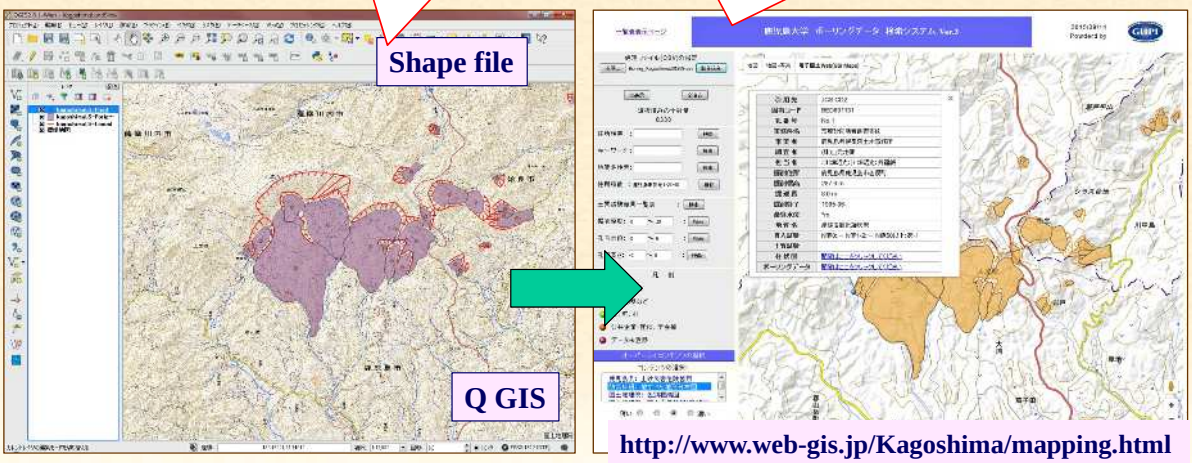
☆測地系： 世界測地系(JGD2011)

☆著作権：CC BY

☆閲　覧：J-SHISシステムで閲覧可能

二次加工可能なデータ

TileMill で地図タイル化処理



http://www.web-gis.jp/Kagoshima/mapping.html

大阪市のオープンデーター覧

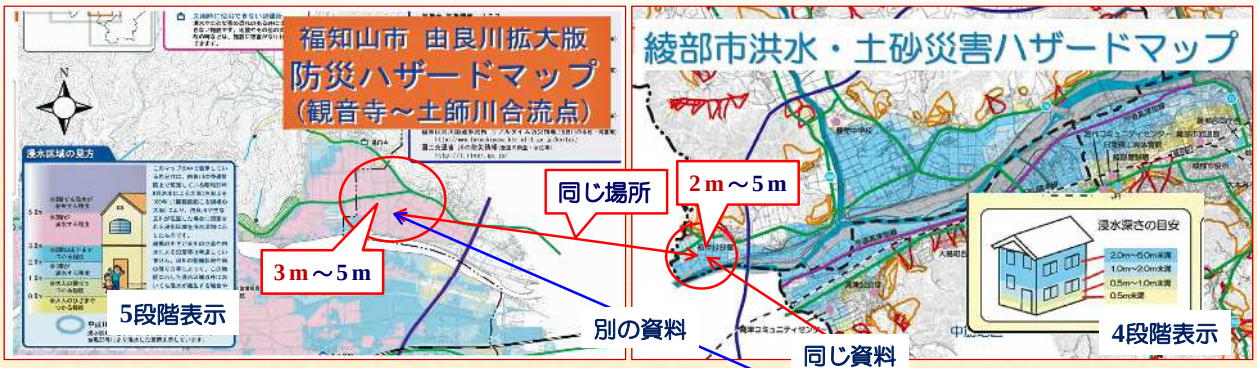
地図情報サイト「マップナビおおさか」掲載

http://www.city.osaka.lg.jp/toshikeikaku/page/0000250227.html#data

番号	名称	概要	形式	サイズ	掲載日	更新日
1	アイコン番号一覧	施設情報のアイコン番号、アイコン名称（下記施設情報のアイコン番号				
2	施設情報ポイントデータ(官公庁)	官公庁施設の情報(国・府・市				
3	施設情報ポイントデータ(学校・保育所)	学校・保育所施設の情報(幼稚園・小学校・中学校・高等学校・大学				
4	施設情報ポイントデータ(公園・スポーツ)	公園・児童遊園・広場・スポー				
5	施設情報ポイントデータ(会館・ホール)	会館・ホール・地域集会所・老の情報				
6	施設情報ポイントデータ(文化・観光)	文化・観光施設の情報(図書館・都市景観資源等)				
7	施設情報ポイントデータ(警察・消防)	警察・交番・消防施設の情報				
8	施設情報ポイントデータ(医療・福祉)	医療・福祉施設の情報(病院・設)				
9	施設情報ポイントデータ(名所・旧跡)	社寺・名所・旧跡の情報				
10	施設情報ポイントデータ(駅・バス停)	駅・バス停施設の情報				
11	施設情報ポイントデータ(駐車場・駐輪場)	駐車場・駐輪場施設の情報(バイク駐車場・自転車保管所・パーク&ライド場)				
12	施設情報ポイントデータ(公衆トイレ)	公衆トイレの情報				
13	施設情報ポイントデータ(環境・リサイクル)	環境・リサイクル施設の情報(古紙回収				
14	施設情報ポイントデータ(その他)	上記のカテゴリに当てはまらない施設情報(乗無線LANスポットなど)				
15	施設情報ポイントデータ(全体)	全ての施設情報				
16	防災関連施設ポイントデータ(災害時避難所・一時避難場所)	災害時避難所・一時避難場所に関する情				
17	防災関連施設ポイントデータ(災害時用ヘリポート)	災害時用ヘリポートに関する情報				
18	防災関連施設ポイントデータ(防火水槽など)	防火水槽等に関する情報				
19	防災関連施設ポイントデータ(防災スピーカー)	防災スピーカーに関する情報				
20	防災関連施設ポイントデータ(津波避難ビル)	津波避難ビルに関する情報				
21	防災関連施設ポイントデータ(標高)	標高に関する情報				
22	防災関連施設エリアデータ(広域避難場所・避難経路)	防災関連施設ポイントデータ・広域避難場所・避難経路・緊急交通路に関する情報				
23	地価公示(基準日平成27年1月1日)	地価公示に関する情報				
24	地価調査(基準日平成27年7月1日)	地価調査に関する情報				
25	地価調査(基準日平成26年7月1日)	地価調査に関する情報				
26	住所データ	マップナビおおさかで使用している住所情報				
27	区コード	上記住所データで使用している区コード(項目名「CODE_ME」の下2けた)				
28	町コード	上記住所データで使用している町コード(項目名「CODE_ME」の下4けた)				

☆洪水ハザードマップの問題点の例

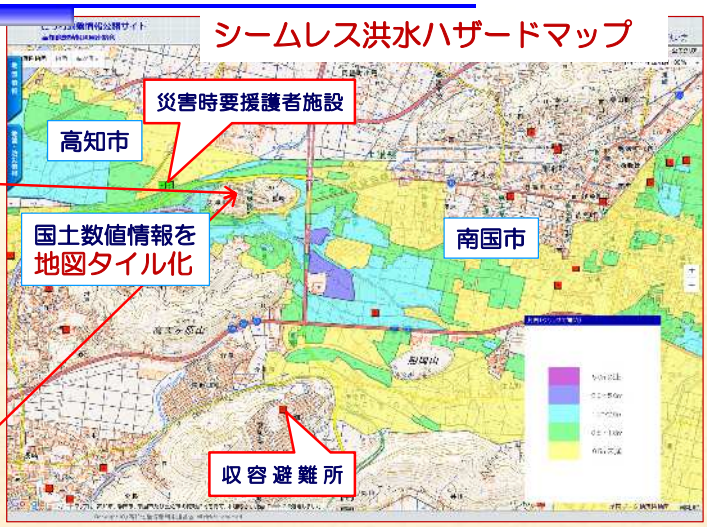
★ハザードマップの基になる「浸水想定区域図」は河川管理者が作成する(河川法)
(1級河川は国土交通省，2級河川は都道府県)
★洪水ハザードマップは「市町村」が作成する(法律による作成と広報義務)



- 浸水深が異なる(福知山市の元図が異なるようだ)
- 地図の縮尺が異なっている
- 隣町(隣接地)を全く描かない行政府(例，綾部市)がある
  ※ 洪水は行政界など無関係に発生する
  ※ 国土交通省のオープンデータから独自に作成すれば，住民にとってもっと利用し易いハザードマップができる可能性がある
  法的な規制があるなら 撤廃すべき だと思う

☆ハザードマップデータのオープンデータ化によるメリット

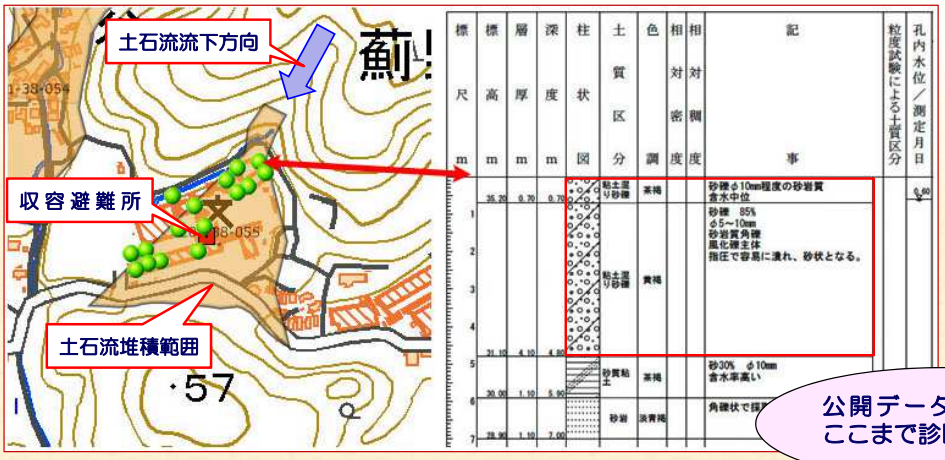
http://www.geonews.jp/kochi/



- 「こうち地盤情報公開サイト」では シームレス洪水ハザードマップ を作成して公開
- 国土数値情報からの公開データを独自に地図タイル化したので，Google Mapsで表示可能
- タブレット対応型で，現地利用が可能
  → 移動しながら現状の把握ができる

⇨ オープンデータのメリット

☆ボーリングデータとハザードマップデータの オープンデータ化によるメリット

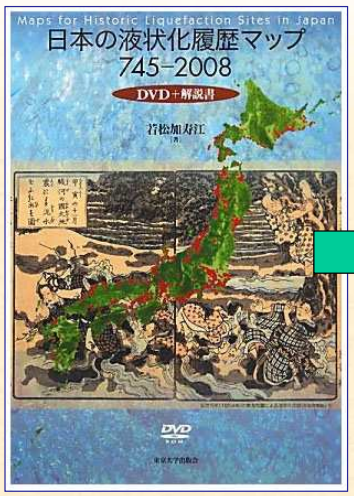


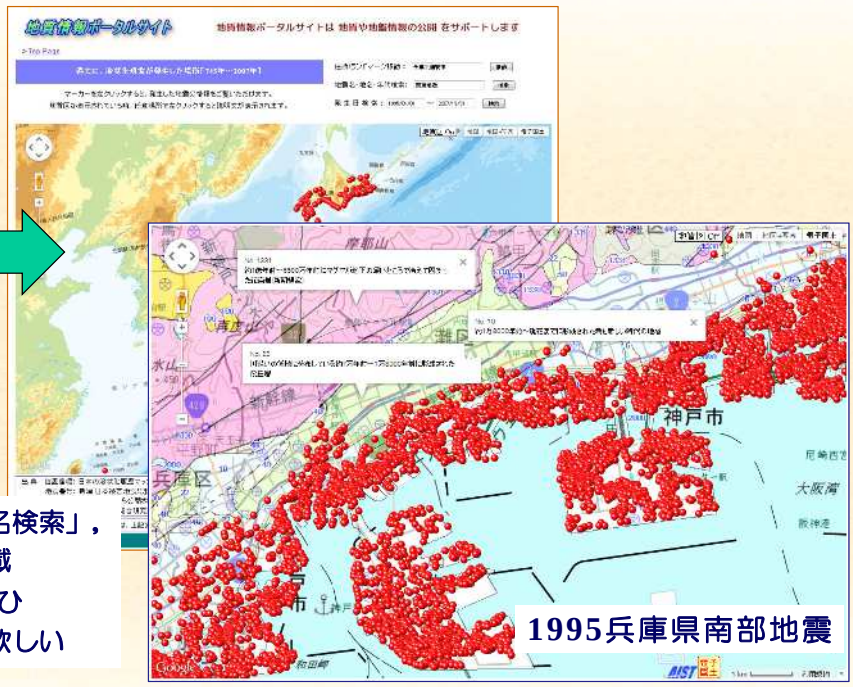
この学校敷地は 土砂災害警戒区域(土石流) に指定されている
しかも，収容避難所 にも指定 されている

- ボーリングデータでは 粘土混じり砂礫で，扇状地(扇頂部)の可能性が高い
- 過去に土石流が発生した可能性があり，異常降水時には再発するかもしれない
- 詳しい地質調査を行って，土石流の危険性が高い場合は「移転」を考えるべき
- この避難所は洪水と津波専用とし 豪雨時には使用してはならない

☆書籍データのオープンデータ化によるメリット

『日本の液状化履歴マップ』(東大出版会)のDVDに記録されている
液状化地点データを Google Maps API を使用して閲覧 (自己使用)





★「住所検索」，「地震名検索」，
「期日検索」機能を搭載
★DVD掲載データを，ぜひ
オープンデータにして欲しい

【参考】火山ハザードマップ情報

Webだが背景地図がない

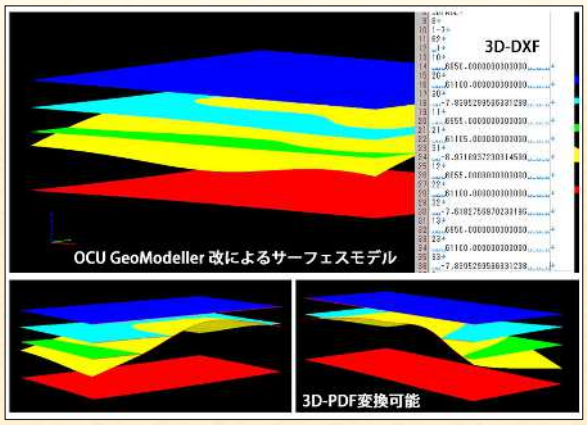
★火山ハザードマップは，殆どすべてが印刷媒体であると考えて良い
★背景地図の縮尺が大きすぎて，自分の位置が特定できないものも多い
⇨ 地図を作るのが大変ならば，範囲データをオープンデータ化に

出典　火山ハザードマップデータベース：
http://vivaweb2.bosai.go.jp/v-hazard/index.html

お　わ　り　に

☆行政の所有する情報を一般国民に公開する，という考えが浸透しつつある
※ 公開された情報を自分で判断して行動して欲しい，が行政の本音
☆しかし，情報公開は
★積極性において，おおむね 国 ＞ 地方 である
★国の機関でも 寒暖の差 があり，おおむね 国交省系 ＞ 通産系 である
☆防災・減災に関する情報は，ほぼ公開されているが，二次利用可能なデータ形式は少なく，大部分はイメージデータである
★電子データ：雨量データ，国交省のボーリングデータと一部の指定箇所
★イメージデータ：多くのハザードマップ，自治体のボーリング柱状図
☆イメージデータは，コンピュータ処理できる データ にして欲しい
または，最低限 タイル化 して アクセスフリー にして欲しい
☆イメージデータであっても，一般市民にとっては無いよりはマシなので，
・積極的に公開されている情報の収集・整理に努め
・自分が生活している土地や交通機関の抱えるリスクを把握し
・生き延びる術を自ら考え出して欲しい

CIMに対応するための
サーフェスモデル推定サイト

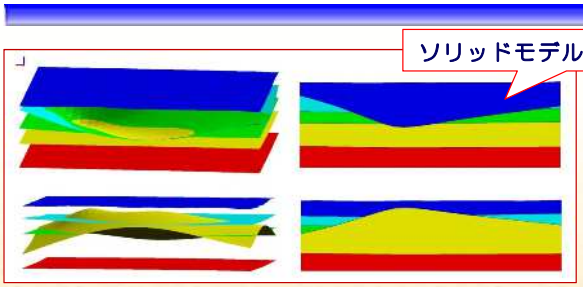


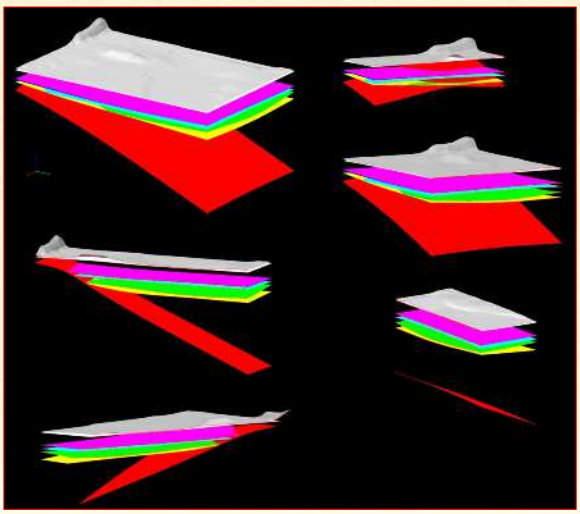
★専用のサイトにアクセスするだけで，
サーフェスモデル(三次元地盤モデル)
を推定*することができます。
★モデルのデータ形式は 3D-DXF のため，
汎用の 3D-CADで扱うことができます。

一般社団法人 全国地質調査業協会連合会

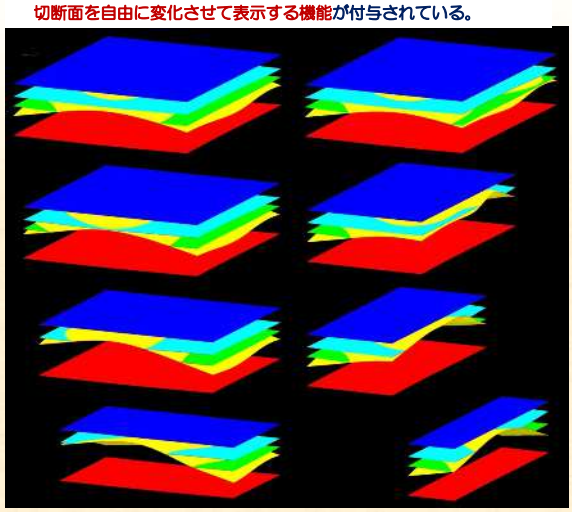
＊ 複数のボーリングデータから，倫理計算等に
よりサーフェスモデルの形状を推定します。

サーフェスモデルとパネルダイアグラムが推定可能

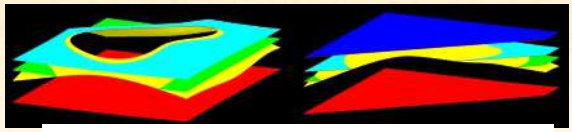




★「3D-DXF」形式ファイルを「Bentley View 8i」で可視化する。
★「3D-PDF」形式ファイルで出力する(Export)。
★「Acrobat Reader DC」で表示する。
切断面を自由に変化させて表示する機能が付与されている。

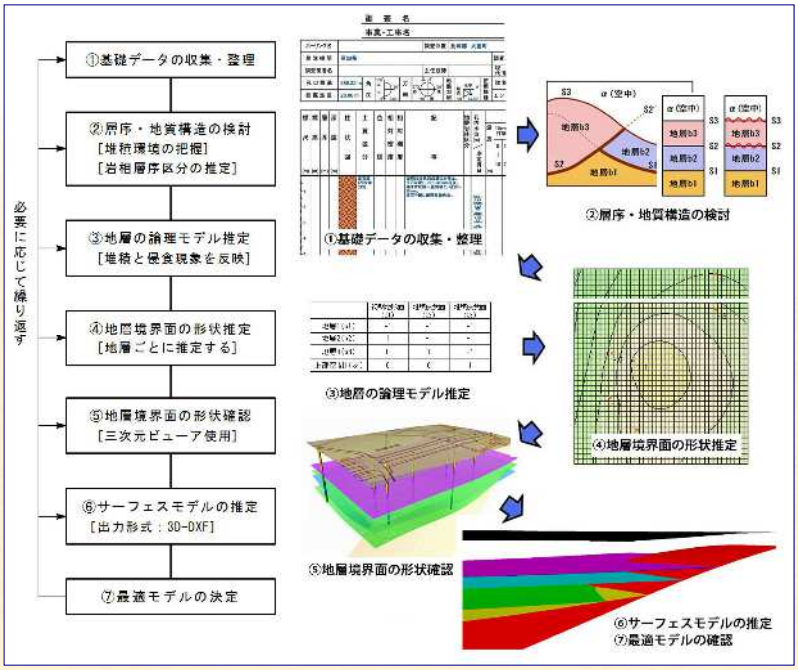


切断面の位置は，X軸・Y軸のどこにでも自由に設定できる)。



(左)Z軸でも可能。　(右)直角だけでは無く，
傾斜を持たせることも可能。

サーフェスモデルの推定手順(推奨)



★サーフェスモデルの基となる 地層境界面のメッシュデータは，ボーリングデータから Terramod_BS(CIM版・公開中。手順④)で推定する。
★メッシュ座標の地形データは，国土地理院のウェブサイトから直接取得できるよう，専用のウエブサイトを開発した。
★地層の論理モデルが違うと，下図のように地層形状に違いが生じるため，手順③ の判断が最も重要となる。

ボーリングデータ からサーフェスモデルへ

統 一 凡 例

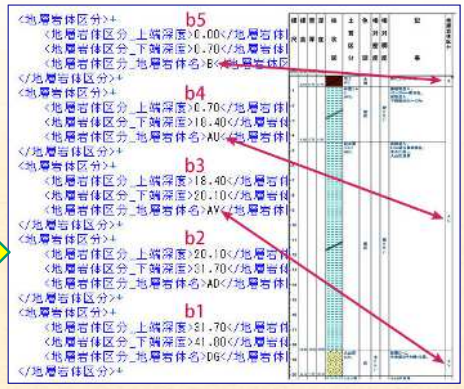
三次元地質凡例

年代	地層	地質名	記号	順序	境界面		色
完新世	完新統	埋土・盛土層	B	b5	S5	侵食面	D9D9D9
		上部層	AU	b4	S4	堆積面	FFFF99
		火山灰層	AV	b3	S3	堆積面	FF99FF
		下部層	AD	b2	S2	堆積面	3399FF
更新世	更新統	上部砂礫層	DG	b1	S1	初期地表面	339933
		上部層	DU	-	-		0066FF
		下部層	DD	-	-		009900
新第三紀	中新世	軟岩層	R	-	-		996633
				-は出現せず			

```
DG,AD,AV,AU,B,4
rgba(51,153,51,1):rgba(51,153,255,1):rgba(255,153,255,1)
```

地層パラメータ

ボーリング交換用データ



<地層岩体区分>タグ借用

b3.txt

```
1,5426.2854,62931.5093,-17.4,0
2,5521.8685,63006.8672,-17.3,0
3,5647.3262,62955.3699,-17.1,0
4,5521.7946,63135.7371,-17,0
5,5699.0645,63068.4111,-17.3,0
6,5774.7599,63171.5966,-17.2,0
7,5348.4870,63094.0504,-17.8,0
8,5396.2115,63250.6729,-17.5,0
9,9e9,9e9,9e9,9
```

b1.txt

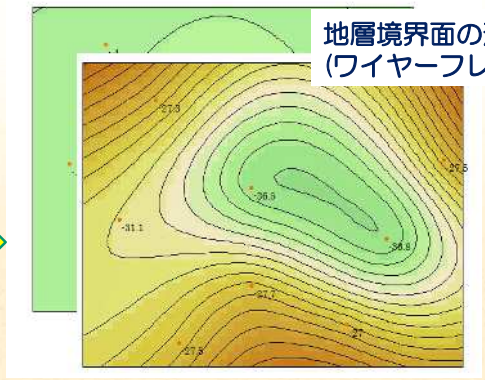
```
1,5426.2854,62931.5093,-27.5,0
2,5521.8685,63006.8672,-27.7,0
3,5647.3262,62955.3699,-27,0
4,5521.7946,63135.7371,-36.5,0
5,5699.0645,63068.4111,-36.8,0
6,5774.7599,63171.5966,-27.5,0
7,5348.4870,63094.0504,-31.1,0
8,5396.2115,63250.6729,-27.3,0
9,9e9,9e9,9e9,9
```

地層データ群

★緯度・経度 ⇒
平面直角座標系への変換が必要

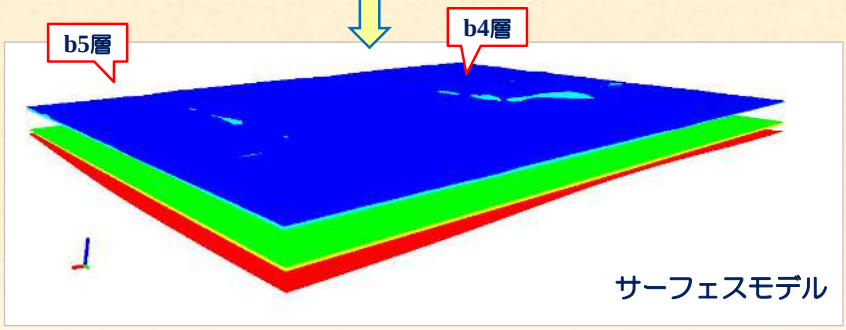
ボーリングデータ からサーフェスモデルへ

地層境界面の形状推定
(ワイヤーフレームモデル)

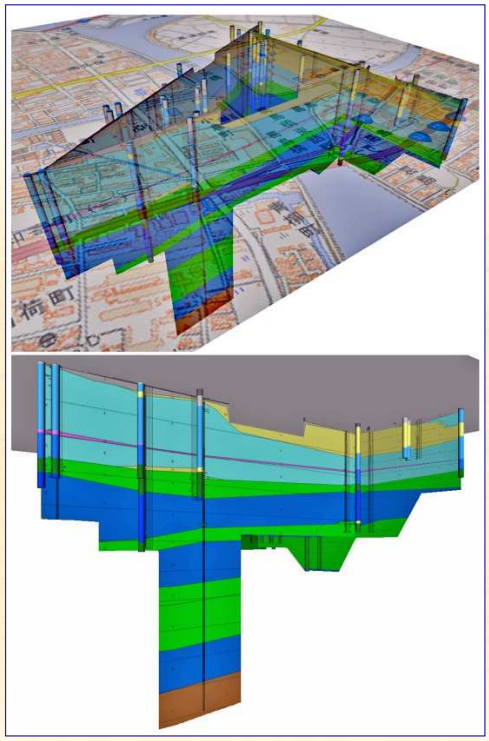


地層の論理モデル

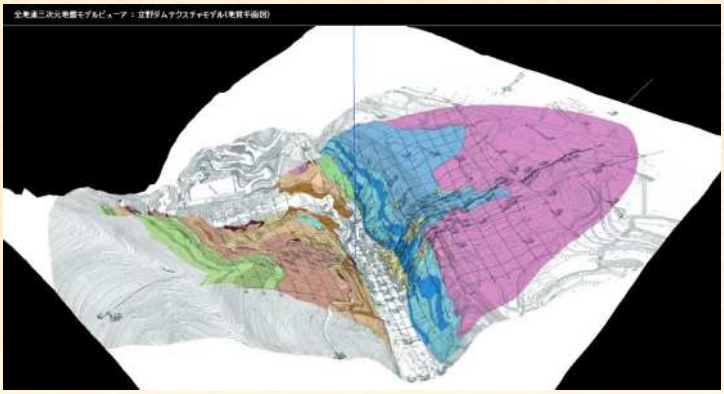
```
5,6,S1,S2,S3,S4,S5
b1,-1,0,0,0,-1
b2,1,-1,0,0,-1
b3,1,1,-1,0,-1
b4,1,1,1,-1,-1
b5,1,1,1,1,-1
alpha,0,0,0,0,1
```



【参考】同時開発した三次元ビューア



★左は，准三次元地質断面図，地表面(地図)と
ボーリングモデルを三次元表示した例。
★下は，テクスチャモデルの例。
★三次元ビューアは，360° 回転表示と，
拡大縮小が可能。



サイトへのアクセス方法

URL：https://geonews.zenchiren.or.jp/cim3d/index.html

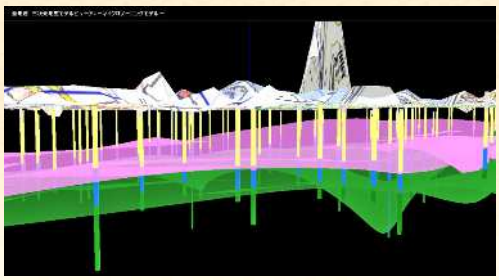
★必要なデータファイルを用意したあと，専用のウェブサイトにアクセスするだけで，サーフェスモデルとパネルダイアグラムが推定できる。

★また，必要な全てのデータファイルを作成できる，6種類の専用ウエブサイトも開設している。

★CIM版 Terramod_BS のみ，プログラムのダウンロードが必要。

三次元地盤モデル作成支援用ウェブサイト

① 地層境界面の形状推定用入力データフの作成(入力データ)
② 地層の論理モデルの作成
③ 標高データの取得
④ **Terramod_BS** による地層境界面形状の推定
⑤ サーフェスモデルの推定
⑥ パネルダイアグラムの推定
⑦ 三次元可視化処理(**Web-GL**)
⑧ 三次元表示用ボーリングモデル(柱状図)の作成
⑨ パラメータデータの作成
⑩ 三次元地盤モデルのデモサイト



プログラム開発者
⑤ サーフェスモデラー ［Fortran］：根本 達也(大阪市立大学)
⑥ パネルダイアグラム ［Fortran］：升本 眞二(大阪市立大学)
⑤と⑥のウェブ制御［HTML， PHP，JS］：北尾　 馨(キューブ・ワークス)
④ Terramod_BS ［Visual Basic］：坂本 正徳・野々垣　進・升本 眞二)
(國學院大學・産業技術総合研究所・大阪市立大学)
その他：　［HTML，JS］：中田 文雄(川崎地質/地質情報整備活用機構)

ご静聴いただき，まことにありがとうございました。