

## 論 説

# 地盤情報の共有と2次利用のための提案 - 高知「ユビキタス（防災立国）」実証事業を踏まえて -

中 田 文 雄\*

## A Proposal on Sharing and Reusing Geotechnical information Based on "Kochi ubiquitous demonstration projects for disaster prevention"

Fumio NAKADA \*

**Abstract:** Borehole logs owned by Kochi prefecture or Kochi city are converted to digital data in Kochi ubiquitous demonstration project for disaster prevention. A database was developed for managing those digital data and borehole data published by Ministry of Land, Infrastructure, Transport and Tourism. A geotechnical model was constructed from borehole data and geotechnical map. A peak ground acceleration, measurement seismic intensity, liquefaction susceptibility and landslide susceptibility for the next Nankai earthquake were predicted by using seismic waveforms in seismic bedrock owned by Kochi prefecture. It was found that they could be predicted with high precision and high density by reusing geotechnical information and disaster information which administration owns. A unification of code for managing borehole logs, a standardization of XML format for 6th mesh geotechnical model, and a free reuse of geotechnical information were proposed based on the present project.

**Key words:** Information disclosure, Information sharing, Geotechnical information, Prediction of ground motion, Reuse

### 1. はじめに

ユビキタス特区事業とは、総務省が2008年度（平成20年度）から2010年度（平成22年度）の3か年間にわたって実施した特区事業の一形態であって、その主目的は『我が国ICT産業の国際競争力強化や国民生活の利便性向上』であった（総務省、2007、2008）。2009年度（平成21年度）には、「地域再生・産業創造」に関する事業が追加されたことから、筆者等が所属する5団体が連合して『高知「ユビキタス（防災立国）」実証事業』と称する事業提案を行ったところ、幸いにも採択され2009年度と2010年度の2箇年度にわたり、実証事業を進めることができた。総務省は、ユビキタス特区での実証事業のことを「ICTを活用して、いつでもどこでも、利用者が意識すること無く、コンピューターやネットワークなどを利用できる状態の構築」と定義づけている。本実証事業ではこの定義を「いつでもどこでも、利用者が意識すること無く、地盤情報や災害情報に接しそれを利用できる状態の構築」と置き換え、それを可能な限り具現化できるWeb公開システムの構築に努めた。

本文は、本実証事業の中からWeb公開システムの概要、公開している地盤災害関連情報、表層地盤モデルの作成方法、地表地震動や液状化及び斜面崩壊危険度の予測方法、地盤リスクの評価方法について記述すると共に、地盤情報の共有と再利用のための標準化について提案する。なお、本文で言う地盤災害関連情報とは、地質、地盤及びそれらに係わる自然災害の情報全般を指し、ハザードマップなども含むものとする。

### 2. 高知「ユビキタス（防災立国）」実証事業の概要

本実証事業を実施した企業連合は、株式会社相愛（高知）、株式会社地研（高知）、社団法人全国地質調査業協会連合会（東京）、特定非営利活動法人地質情報整備活用機構（東京）及び特定非営利活動法人ASP・SaaS・クラウドコンソーシアム（東京）である。実証事業は次の手順で実施した。

高知市域で実施された高知県と高知市の公共事業ボーリングデータ（印刷報告書）を借用して、国土交

2011年10月21日受付、2011年11月10日受理  
第22回日本情報地質学会講演会（2011年）で発表

\*特定非営利活動法人地質情報整備活用機構 Nonprofit Organization Geological Information Utilization and Promotion Initiative, 1-5-13 Uchikanda, Chiyoda-ku, Tokyo, 101-0047, Japan E-mail: nakadafumio@gupi.jp / 川崎地質株式会社 Kawasaki Geological Engineering Co., Ltd., 2-11-15 Mita, Minato-ku, Tokyo, 108-8337, Japan

通省（以下、国交省）の電子納品要領案に準拠してXML化した。

のデータに加え、国交省のXMLボーリングデータと高知市地盤図などを利用して6次メッシュの表層地盤XMLモデルを作成した。なお、その過程で地質断面図と3次元地盤モデルを作成した。

高知県が2003年度（平成15年度）に実施した「第2次高知県地震対策基礎調査」の成果である想定南海地震の工学的基盤面波形（高知県，2004a,b）を借用し、で作成したXML地盤モデルを使用して表層地盤の地震応答計算を独自に行って、地表面の地震動予測計算、液状化の危険度と斜面の崩壊危険度の予測を行った。

高知県からは土砂災害警戒区域のデジタルマップデータの転載許可を得ると共に、高知市からは鏡川川の洪水ハザードマップ（PDF）のデジタル化と転載の許可を得た。

～の各地盤情報から、高知市内（中心部）の地盤リスクを6次メッシュごとに評価した。

～の各成果は何れもWebで公開した。

本実証事業では、行政の所有するボーリングデータやハザードマップデータなどの2次利用と転載を行っているが、その行政情報を民間企業5団体の管理するWebサイトから公開されることに対して一部の行政当局が難色を示したため、総務省の了解を得て産官学で構成される「高知地盤災害情報評価委員会」を設立し、その管理の下で様々な地盤情報を公開することになった。高知地盤災害情報評価委員会の概要は次のとおりである（高知地盤災害情報評価委員会，2011）。

- ・目的：ICTを活用した新しい情報提供サービスのビジネスモデルを確立するために、「高知市域の地震災害などの地盤災害をリアルタイムに予測するシステム構築に対する評価」、「地盤災害情報や地盤情報などの地盤関連情報と災害発生予測手法の開発に対する評価」及び「行政や市民からの求めに応じて、インターネットのWeb-GISシステムを利用して情報を提供するサービスビジネスモデルの実証に対する評価」を実施した。

- ・会長：高知工科大学教授
- ・委員：高知大学教授（3名）、高知工科大学教授（1名）、民間企業（2名）
- ・オブザーバ：独立行政法人土木研究所（1名）、独立行政法人海洋研究開発機構（2名）、高知県（2名）、高知市（1名）
- ・事務局：民間企業（5名）

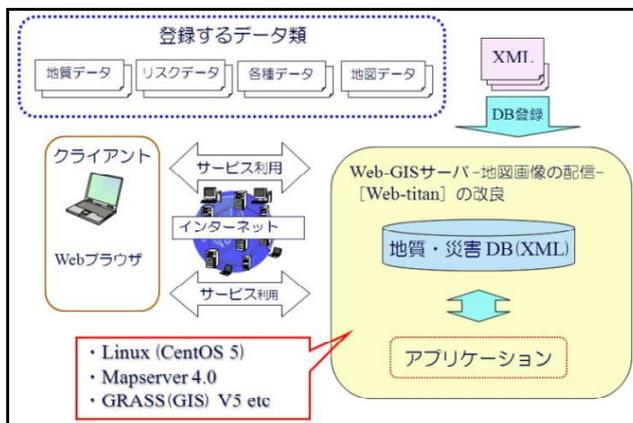
本実証事業の成果は高知地盤災害情報評価委員会の管理のもとに高知地盤災害関連情報ポータルサイト（<http://www.geonews.jp/kochi/>）で公開されている。第1図にそのトップページを示す。



第1図 高知「ユビキタス（防災立国）」実証事業Webサイト

### 3. 実証事業用Web-GISサーバーシステム

本実証事業で構築したWeb-GISサーバーシステムを第2図に示す。FOSS（Free and Open Source Software）であるMapserverをカスタマイズしたWeb-GIS版電子納品統合管理システムWeb-titan（地質情報整備活用機構，2005）を基礎にして、本実証事業用に改良を加えた。本Web-GISサーバーシステムの主な特徴は以下の通りである。



第2図 本実証事業に使用したWeb-GISサーバーシステム

- ・背景地図として、北海道地図（株）製の電子地図とGoogleMaps（地図，空中写真，地形）を使用した。
- ・背景地図の拡大段階（8段階）に合わせた主題図用のカラータイル（イメージ：png）を準備した。
- ・住所検索にはGoogleMapsAPIを使用した。
- ・国交省，高知県と高知市のボーリングデータを一括して管理・公開できるシステムを構築した。
- ・高知県や高知市から無償で提供されたハザードマップや，本実証事業で予測した想定南海地震の計測震度マップなどを主題図として扱う一方，その主題図上にボーリ

ング位置や収容避難所などのポイント情報を重ね表示できるシステムとした。

- ・参考情報として、操作方法や予測計算の前提条件、想定南海地震の地震動予測方法・液状化危険度判定方法・斜面崩壊危険度判定方法などを解説するページや QandA のページを設けた。

#### 4. 地盤災害関連情報の整備

本実証事業では、新たな地質調査等は一切行わず、地質調査成果や測量成果として納品されている報告書やデータ類を地盤災害関連情報として2次利用した。

第1表は、国交省、高知県と高知市から無償提供された地盤災害関連情報であり、第2表は、それを本実証事業で2次利用として行った様々な解析やデータ処理によって生成した地盤災害関連情報である。

第1表 借用した地盤災害関連情報

ソースデータ	提供元
ボーリングデータ・土質試験結果一覧表データ(XML)	国土交通省
ボーリングデータ・土質試験結果一覧表データ(PDF)	高知県・高知市
想定南海地震の工学的基盤面模擬地震波形(CSV)	高知県
土砂災害警戒区域データ(ShapeFile)	高知県
鏡川等の流域洪水ハザードマップ・浸水実績図(PDF)	高知市
5m・10mメッシュDEM	国土地理院

第2表 本事業で作成した地盤災害関連情報

ソースデータ	処理後のデータ
ボーリングデータ(XML, PDF), 土質試験結果一覧表データ(XML, PDF)	1次元地盤柱状体モデル, 地質断面図, 3D地盤モデル, 工学基盤面分布図
土砂災害警戒区域データ(ShapeFile) 5m・10mメッシュDEM	急傾斜地の傾斜傾斜と曲率(地震時の崩壊予測に利用)
鏡川流域洪水ハザードマップなど(PDF)	同左(Web公開用に加工)
5mメッシュDEM	標高段彩図(現況, -2m沈降後)

ボーリングデータと土質試験結果一覧表データのうち、国交省提供のデータは独立行政法人土木研究所が管理している地盤情報検索サイト「KuniJiban」からXMLデータを引用した。高知県と高知市については書籍としての地質調査報告書を借用して、本実証事業の予算でXMLデータに電子化した。

本実証事業は、総務省の予算上の制限から2009年度と2010年度で終了したが、事業そのものは引き続き継続されているため、将来的にはボーリングデータの追加、地盤モデルの再構築や地震動予測計算の再処理などを行う必要がある。地盤情報管理の継続性と、再処理の際の迅速な作業性を確保する観点から、第3表に示す3種類の地盤情報について、XMLでデータベースを構築した。

本実証事業で整備してWebで公開している地盤災害関連情報を第4表に示す。

第3表 XMLで構築した地盤情報データベース

名称	内容
交換用ボーリング柱状データ	高知県, 高知市
鉛直一次元地盤柱状体モデルデータ	6次メッシュ
鉛直一次元地盤柱状体地震応答結果データ	6次メッシュ

注 国交省データは KuniJibanをそのまま利用

第4表 公開している地盤災害関連情報

情報名称	数量
ボーリングデータ	1,747
国土交通省	174
高知県	401
高知市	1,172
土質試験結果一覧表	480
国土交通省	54
高知県	106
高知市	320
地盤モデル	
3次元地盤モデル	102
地質断面図	146
土砂災害関連情報(降雨)	
土砂災害警戒箇所マップ(電子ファイルを高知県から借用)	
土石流危険渓流・区域	276
急傾斜地崩壊危険箇所	1,728
急傾斜地崩壊危険箇所(傾斜角度)	1,728
想定南海地震(高知県モデル)関連情報	
独自予測結果: 6次メッシュ(工学的基盤面模擬地震波を高知県から借用)	
地盤モデル	4,178
計測震度, 最大加速度, 最大速度, 卓越周波数, 表層地盤増幅度, 液状化危険度ランク	4,178
独自予測結果(工学的基盤面模擬地震波を高知県から借用)	
急傾斜地崩壊危険箇所別地震時崩壊危険度ランク	1,728
独自処理結果: 5mDEM	
標高段彩図, -2m沈降後の標高段彩図	1
高知県予測結果: 4次メッシュ(全県)	
計測震度, 最大加速度, 最大速度, 液状化危険度ランク	7,200
高知県予測結果: 町丁界表示	
揺れによる木造建物全壊被災率	1
揺れによる非木造建物全壊被災率	1
液状化による木造建物全壊被災率	1
洪水災害関連情報	
独自計算結果	
5mメッシュ地盤標高段彩図(現況)	1
5mメッシュ地盤標高段彩図(-2m沈降後)	1
高知市ハザードマップ(転載)	
国分川・物部川, 錦川, 仁淀川	3
平成10年9月における浸水範囲	1
収容避難所, 災害時要援護者施設, 洪水時危険箇所, 等	259
独自収集情報	
収容避難所などのURL情報	259

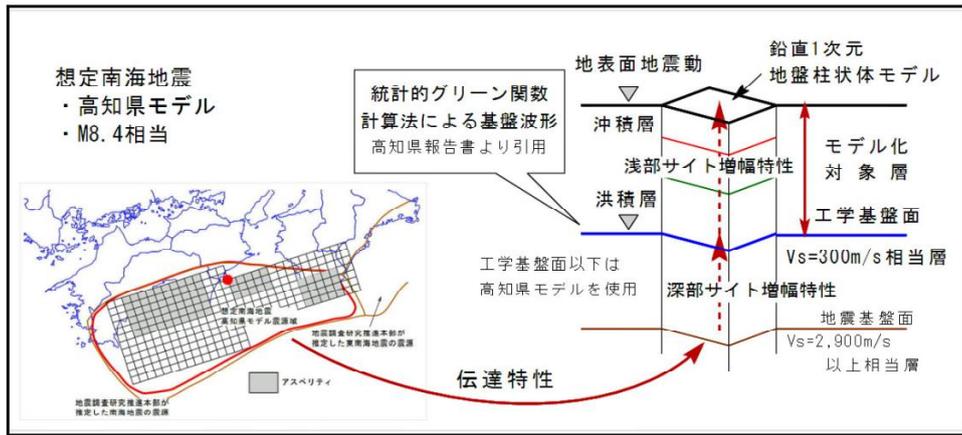
注 下線付き情報は、本事業で独自に整備したものの

#### 5. 想定南海地震による災害予測

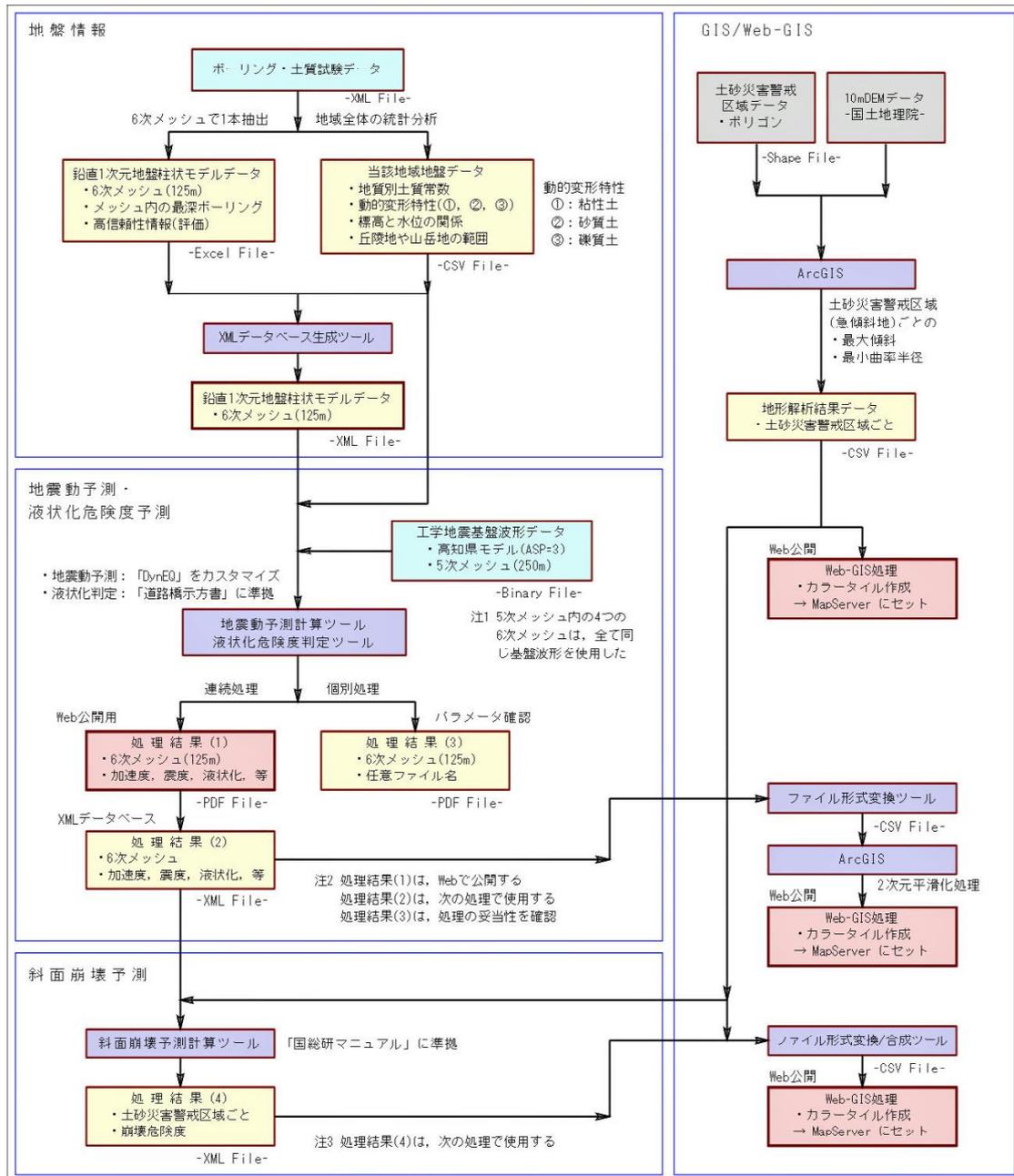
##### 5.1 地表面地震動の予測方法

本実証事業では、高知県から「第2次高知県地震対策基礎調査」(高知県, 2004, a, b)の成果を借用したが、第2次基礎調査で実施された地震動予測方法の概要を第3図に示す。第3図中のVs=300m/sの工学的基盤面のデジタル模擬地震波形(通称2E波)は、高知県から許可を得て2次利用した。表層から工学的基盤面までのモデル化対象層の地盤については、6次地図メッシュ(通称125mメッシュ)の「鉛直一次元地盤柱状体モデル(以下、柱状体モデル)」を4,178モデル作成して対処した。

柱状体モデルを作成するに当たり、収集したボーリング



第3図 高知県が実施した地震対策基礎調査における地震動推定方法



第4図 本実証事業で行ったデータ処理の流れ（地盤モデル構築手順，地震動予測手順，液状化・斜面崩壊危険度予測手順および相互の関係）

第5表 本実証事業のために設定した高知市中心部の地質区分と平均的な地層別物理常数

年代	地質名称	地質名	地質記号	Vs (m/s)	Vp (m/s)	減衰常数 h	湿潤密度 (kgf/cm <sup>3</sup> )	非線形特性	代表 N値	平均粒径 D50(mm)	細粒分 FC(%)	
完新世	砂質土層	表土・埋土・盛土	B	As	180	920	0.03	1.8	砂質土	10	0.35	10
		主に海成、細粒分質砂、砂	G1s		151	770	0.03	1.8	砂質土	5	0.35	10
		火山灰層、降下水中堆積物	S1v		180	920	0.03	1.8	砂質土	10	0.35	10
		海成(内湾性)砂質土層	S1b		200	1,020	0.03	1.5	砂質土	15	0.07	50
	礫質土層	河成、現河床堆積物(平野・砂礫)、山間低地堆積物(砂礫)	G1a	Ag	203	1,040	0.02	1.9	礫質土	10	2.0	0
		河成、礫質土(砂礫)~基底砂礫層	G1b		243	1,240	0.02	2.0	礫質土	20	2.0	0
	粘性土層	海成、無機質、軟弱、砂質~礫混り含む。(海成~湿地堆積の有機質土や有機質シルトは湿潤密度を0.2差し引く)	M1	Ac	170	870	0.04	1.7	粘性土	5	0.025	75
			M2		203	1,040	0.04	1.8	粘性土	10	0.025	65
更新世	礫質土層	河床砂礫層(沖積層基底礫層) G2a、埋没谷堆積層(砂礫) G2b、扇状地性凹所堆積層(砂礫) G2c、埋積扇状層(砂礫) G3	G2	Dg	319	1,630	0.02	2.0	礫質土	40	2.0	0
			G3		354	1,810	0.02	2.1	礫質土	60	2.0	0
	砂質土層	砂質土(砂)	S2	Ds	248	1,270	0.03	1.9	砂質土	16	0.35	10
	粘性土層	堆積土層(粘性土)、埋没谷堆積層(粘性土)	M3	Dc	249	1,270	0.03	1.8	粘性土	10	0.025	75
	風化岩		RW	700	2,100	0.01	2.1	線形	350			
	岩盤		R	1,500	2,100	0.005	2.1	線形	-			
	地震基盤面		BED	2,900	5,500	0.002	2.2	線形	-			

注 非線形特性については、第5図の動的変形曲線を参照のこと

データ、高知地盤図(高知地盤図編集委員会, 1992)と非公開の建築確認ボーリングデータを解析して、高知市域の地質区分と地層別の平均物理常数を求めた。結果を第5表に示す。

地表面地震動の予測手順の概要を以下に略記する(第4図参照)。

6次メッシュごとに、ボーリングデータをまとめた。

その中で最も信頼でき、かつ掘削深度の深いボーリングデータを1本抽出した。

あらかじめ作成しておいたEXCEL登録シートに、地層名、深度と平均N値などの必要情報を入力した。

第5図に示すN値とVsの関係から、地層別の平均S波速度を推定した。

地震応答計算に使用する動的変形曲線(ひずみとG/G<sub>0</sub>の関係、ひずみと減衰常数hの関係)は、第6図のように完新世更新世共、粘性土層、砂質土層と礫質土層の3種類のみとした。

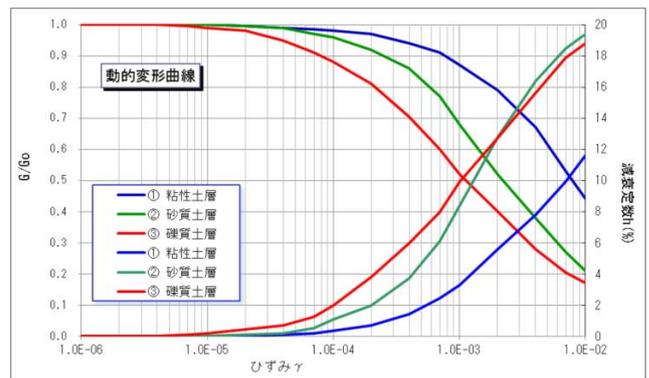
本事業で扱った6次メッシュは第3表のように4,100個を超えていたことから、EXCELから直接XMLを生成するツールを開発して作業を進めた。

表層地盤の地震応答計算は、吉田(2005)の開発した「等価線形地震応答解析プログラム(DynEQ)」をカスタマイズして使用した。

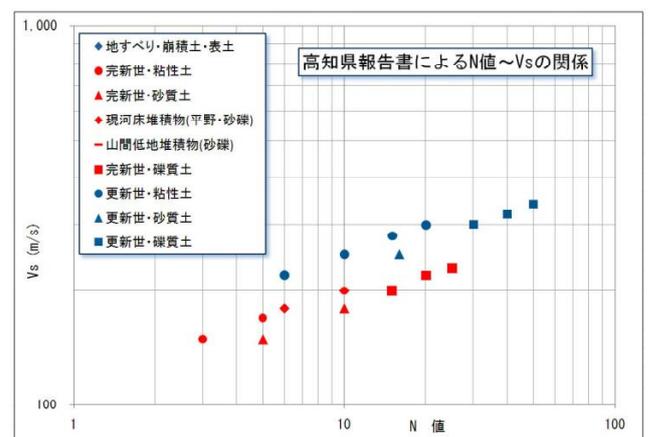
注 高知県から貸与された工学的基盤波形は、水平2成分が合成された波形であるため、本実証事業では合成波形のまま応答計算を行った。

応答解析結果として、最大加速度、最大速度、卓越周波数と気象庁の方法による計測震度を求めた。

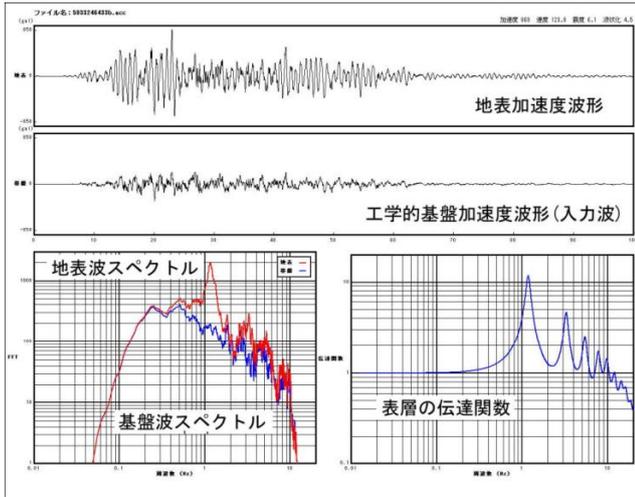
以上のようにして推定した想定南海地震の地震動予測結果の例を第7図に示す。



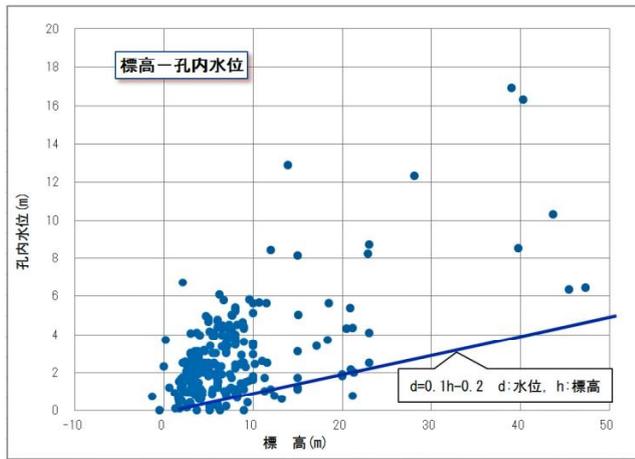
第5図 動的変形曲線(中央防災会議, 2001)



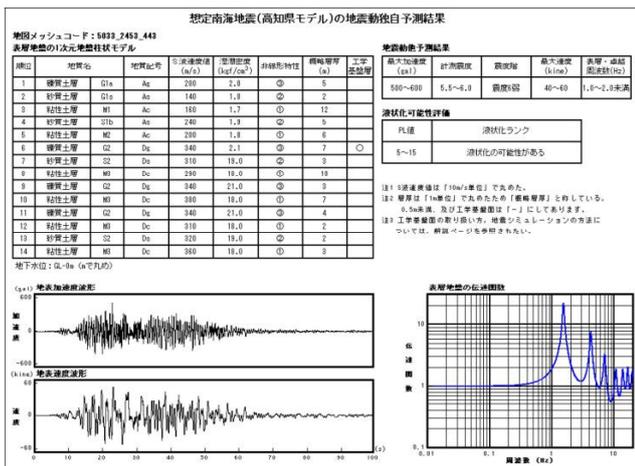
第6図 N値とS波速度の関係



第7図 DynEQ による地震動予測計算結果の例



第8図 ボーリングデータの孔内水位と標高の関係



第9図 想定南海地震の地震動予測結果の例

5.2 液状化の判定方法

液状化判定計算は、道路橋示方書・同解説（耐震設計編）（日本道路協会，2002）に準拠した「PL（地層全体の液状化可能性指数）法」を採用した。対象地盤は、深度20m以浅の飽和土層とした。地震動の種類はタイプ（プレート境界型大規模地震）である。

ボーリングデータの孔内水位と標高の関係を調べるために第8図を作成したが、明確な相関関係が成立しなかったため、安全側（液状化しやすい方）に立つという見地から、同図に示す関係式を採用した。なお、標高2m未満の地下水位は一律0mとした。本実証事業では地表の計測震度が予測できているため、童・山崎（1996）による計測震度とSI値の関係及び安田ら（1993）によるせん断応力とSI値の関係を用いて、地震時せん断応力比Lの深度分布を1mごとに計算し、更に、液状化に対する抵抗率（FL）を求めた。液状化危険度は求められた各深度のFL値から、岩崎ら（1980）によるPL値を計算し、その値によって判定した。本実証事業では、第6表に示す判定基準（例えば、静岡県，2001）を採用した。以上のようにして推定した想定南海地震による液状化可能性の判定結果の例を第9図に示す。

第6表 液状化危険度の判定基準

危険度ランク	PL値	表現
液状化危険度 大	PL > 15.0	液状化発生の可能性が高い
液状化危険度 中	15.0 < PL < 5.0	液状化発生の可能性がある
液状化危険度 小	5.0 > PL > 0.0	液状化発生の可能性が低い
液状化危険度 なし	PL = 0.0	液状化発生の可能性がない
岩盤	-	対象外

5.3 斜面崩壊危険度の判定方法

斜面崩壊危険度の判定対象区域は、高知県が指定した土砂災害警戒区域（急傾斜地）とした。判定方法は、国土技術政策総合研究所資料第511号に掲載されている「地震時の急傾斜地崩壊危険箇所危険度評価マニュアル（案）」（小山内ら，2009）に準拠した。

ArcGISを利用して、各警戒区域（ポリゴン）内に存在する全ての10mメッシュの標高データを抽出し、計算により最大傾斜と最小曲率を求めた。また、本実証事業で予測した最大加速度分布から各警戒区域内の最大加速度を求めた。求めた各値を上記マニュアル（案）に記載されている計算式に代入することによって判別得点を計算した。計算式の詳細については同マニュアル（案）を参照されたい。判別得点による危険度表示の関係を第7表に示す。

第7表 地震時の急傾斜地崩壊危険度の判定基準

危険度	色	表現	判別得点
低い	青	崩壊が起こりにくい	-3.0 ~ -1.5
	水色	崩壊がやや起こりにくい	-1.5 ~ -0.5
	緑	（どちらとも言えない）	-0.5 ~ 0.5
高い	黄	崩壊がやや起こりやすい	0.5 ~ 1.0
	赤	崩壊が起こりやすい	1.0 ~ 10

6. Webで公開された諸情報の特徴

6.1 2次元平滑化処理

本実証事業では、6次メッシュでの予測結果をその中心座標の属性値とし、予測範囲全体で2次元平滑化処理を

行って Web 公開している。第 10 図（左）は、このようにして処理した計測震度階分布であって、第 10 図（右）に示す従来の予測結果に比べ、表現上はわかりやすい。しかし、メッシュ全体の属性値（面情報）を中心座標の属性値（点情報）にしたことや、微地形分布を取り入れていないなど課題点も多く、今後検討の上再処理を行う余地はあり得る。

### 6.2 ボーリング位置の表示

本実証事業では、浸水想定区域図を除く全てのハザードマップ上にボーリング位置を重ね表示することにした。第 11 図はその例である。これにより自然災害が発生した時、あるいは防災計画立案時に、迅速にボーリングデータを検索することができる。

### 6.3 地盤リスク評価

以下に示す地盤情報や災害履歴情報を 6 次メッシュごとに集約した結果を地盤リスク評価として表示するようにした（第 12 図）。

- ・ボーリング柱状図から読み取れる軟弱地盤の情報
- ・独自に予測計算した地表地盤の揺れの予測結果、液状化予測結果と斜面の崩壊予測結果
- ・高知県が公開している土砂災害警戒区域の情報
- ・高知市が公開している洪水ハザードマップと過去の浸水履歴マップ

メッシュ内にボーリングが存在しない場合や、浅いボーリングは存在するが工学的基盤面まで達していない場合もそのことを表示するように設計・構築した。

### 6.4 地質断面図と 3 次元地盤モデル

本実証事業では、 $V_s=300\text{m/s}$  の工学的基盤面の分布を解析した。その過程で地質断面図と 3 次元地盤モデルを作成したが、Web ではその縮小版のみを公開している。第 13 図は地質断面図の表示例であり、第 14 図は 3 次元地盤モデルの表示例である。

### 6.5 想定南海地震時の斜面崩壊危険度予測

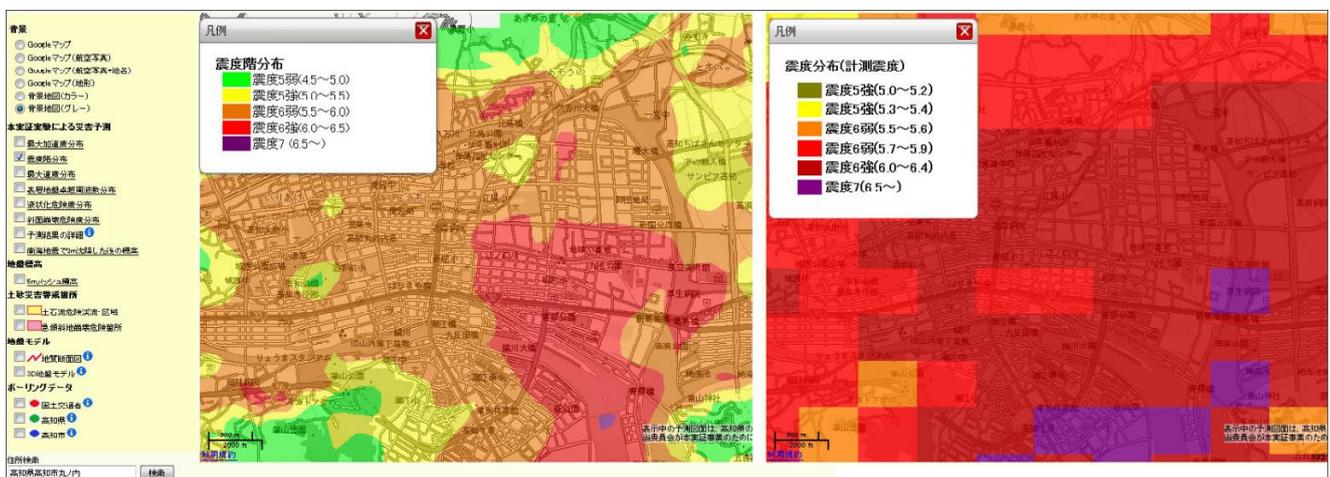
第 15 図は想定南海地震時の斜面崩壊危険度予測結果の表示例である。図中に示した A 点 - B 点間の道路（県道）は、地震による崩壊のため通行不能となる危険度が高くなっている。同様の傾向が随所に存在していることから、これらの危険箇所については想定南海地震への備えが必要であろう。

### 6.6 洪水浸水想定域など

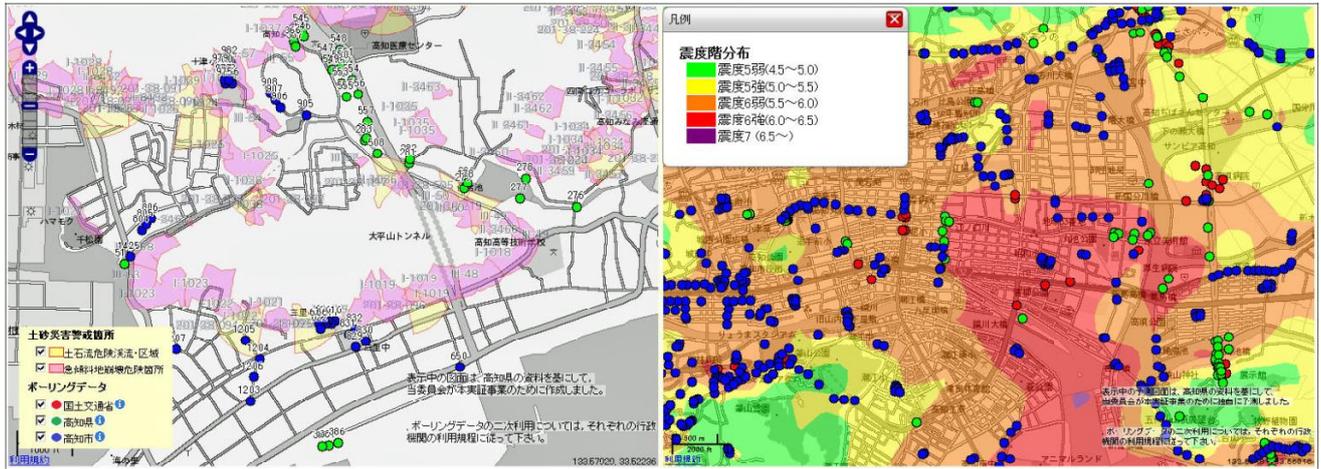
高知市から、3 種類の河川浸水想定区域図と平成 10 年 9 月に発生した洪水の浸水実績図についての転載許可を得て、すべてを電子化して Web 公開した。第 18 図はその例であるが、同図上に重ね表示してある収容避難所などの施設については、本実証事業で独自に所在情報を収集した。

### 6.7 津波浸水想定域

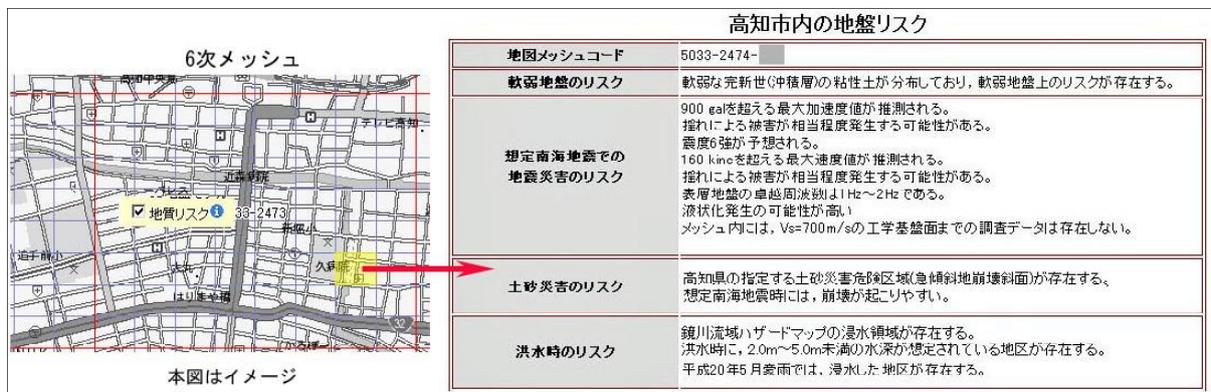
本実証事業では、様々な制約から津波浸水想定区域を予測することができなかったため、参考として国土地理院が公表している「5mDEM」データから「2m 沈降段彩図」を作成した。この 2m という値は、第 2 次高知県地震対策基礎調査報告書に「想定南海地震が発生すると高知市では最大 2m 沈降する」という記載があることに基づいている。第 17 図にその結果を示す。右の図は Web で公開している 2m 沈降段彩図である。左上の写真は昭和南海地震時に津波により浸水した状況を高知市が撮影した写真であり、左下の図は 2m 沈降段彩図を Kashmir3D で 3 次元表現した結果である。写真と 2m 沈降段彩図は類似しており、2m 沈降段彩図でも津波浸水想定予測として近似的な役割を果たせると考えている。



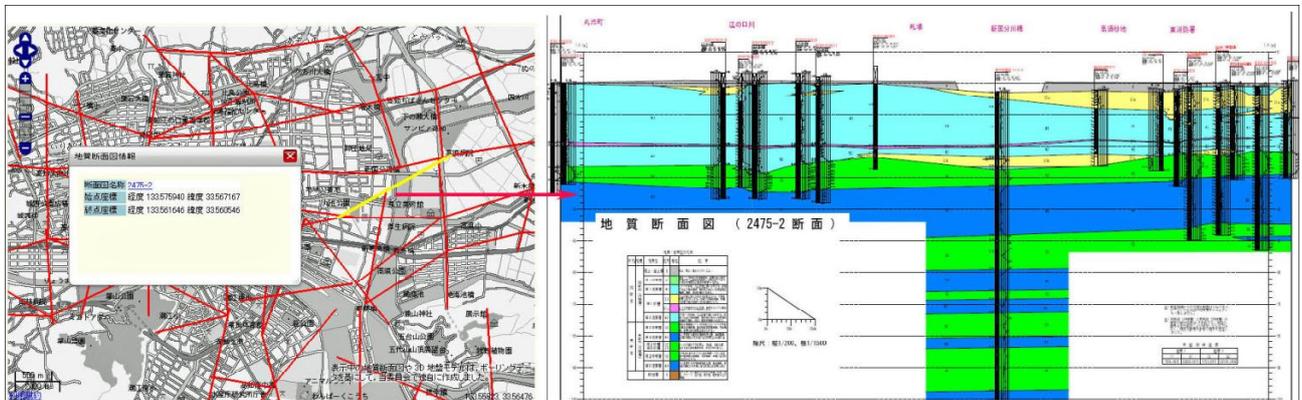
第10図 2次元平滑化処理後の計測震度分布図（左）と高知県（2004）の計測震度分布図（右）の比較



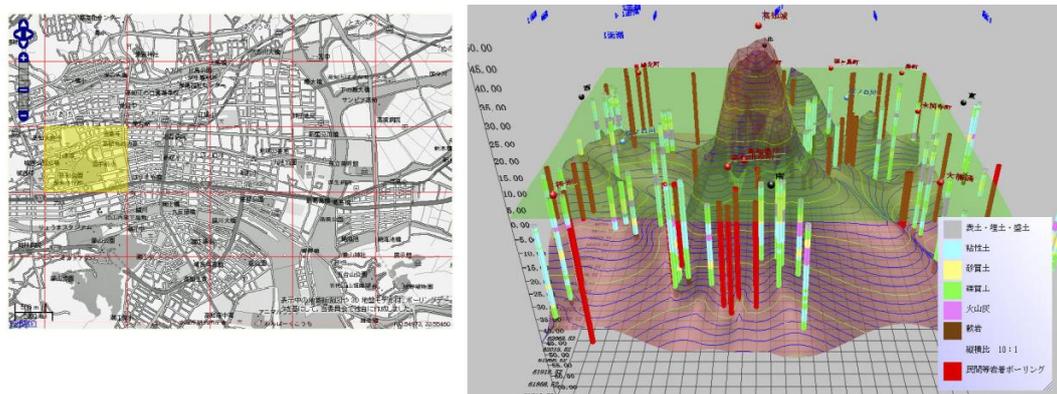
第11図 予測結果図にボーリング位置を重ねて表示した例．左：土砂災害警戒区域，右：計測震度



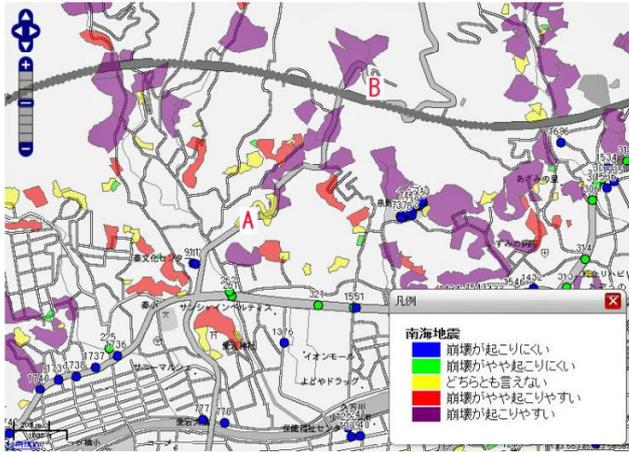
第12図 6次メッシュごとに抽出した地質リスク情報．説明用のイメージ図であり，実例ではない



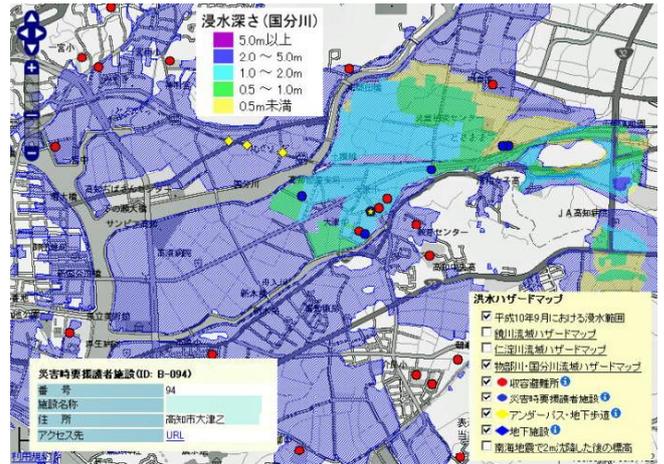
第13図 地質断面図の表示例．左：断面線，右：断面図



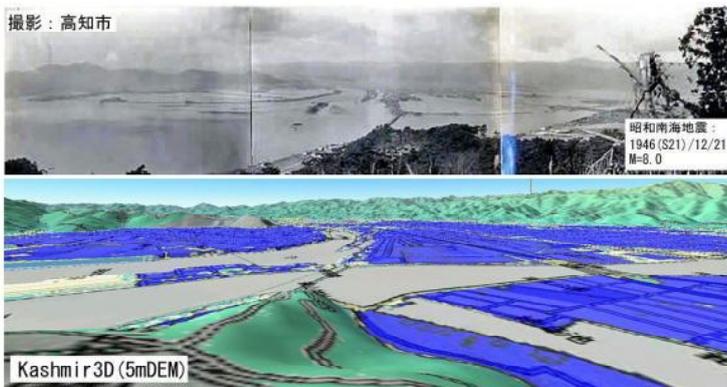
第14図 3次元地盤モデルの表示例．左：モデルの位置，右：3次元地盤モデル



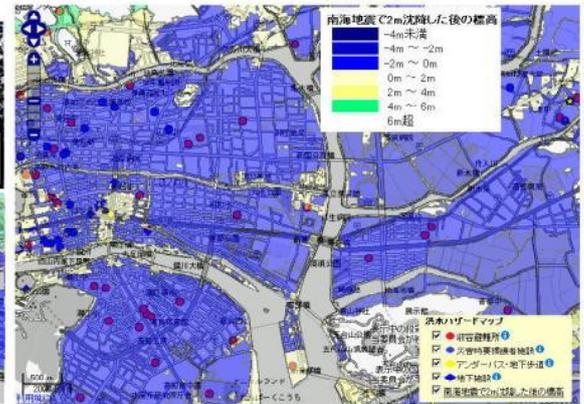
第15図 想定南海地震時の斜面崩壊危険度判定結果



第16図 浸水想定範囲図(高知市)に収容避難所などの施設を重ねて表示した例



第17図 昭和南海地震による浸水状況と想定南海地震による津波に関する模擬浸水図. 左上: 昭和南海地震時の浸水状況, 左下: 参考用の5mDEMによる段彩図の3次元表現, 右: Web公開用の5mDEMによる段彩図



## 7. 地盤情報の共有と2次利用のための提案

### 7.1 ボーリング識別番号の統一化の提案

第18図は、インターネットで公開されているボーリングデータを一部抜粋したものである。図に示した枠の中の英数字は、ボーリングデータの識別番号であるが、公開している機関が独自に設定しており、全国的な共通化は取られていない。今後も、ボーリングデータの整備と公開が進むことは間違いはなく、最終的には全国で数十万本単位に達する可能性もあるかもしれない。

管理部署が異なっている多量のボーリングデータを分散した管理体制のまま放置しておいては、有効的な2次利用は難しいと考える。少なくともボーリングデータの識別番号(コード)だけでも、例えば、ユビキタスコード(ucode) (Ubiquitous ID Center, 2011)などで統一的に管理することを提案したい。ucodeとは、ユビキタスコンピューティングにおいて個々のモノや場所を識別するために割り振られるID番号の体系、あるいはその体系によって割り振られた固有の識別子とされている。しかし、現状では2次元バーコードのような光学タグや無線を利用したRDIDタグが主流であって、XMLのようなテキスト文字やPDF

**土性図**

ボーリング名称: 947051010067 地盤高: 5.0

深さ	土質	土質	試験							
0	砂	砂	液	液	液	液	液	液	液	液
1	砂	砂	液	液	液	液	液	液	液	液
2	砂	砂	液	液	液	液	液	液	液	液
3	砂	砂	液	液	液	液	液	液	液	液
4	砂	砂	液	液	液	液	液	液	液	液
5	砂	砂	液	液	液	液	液	液	液	液
6	砂	砂	液	液	液	液	液	液	液	液
7	砂	砂	液	液	液	液	液	液	液	液
8	砂	砂	液	液	液	液	液	液	液	液
9	砂	砂	液	液	液	液	液	液	液	液
10	砂	砂	液	液	液	液	液	液	液	液
11	砂	砂	液	液	液	液	液	液	液	液
12	砂	砂	液	液	液	液	液	液	液	液
13	砂	砂	液	液	液	液	液	液	液	液
14	砂	砂	液	液	液	液	液	液	液	液
15	砂	砂	液	液	液	液	液	液	液	液
16	砂	砂	液	液	液	液	液	液	液	液
17	砂	砂	液	液	液	液	液	液	液	液
18	砂	砂	液	液	液	液	液	液	液	液
19	砂	砂	液	液	液	液	液	液	液	液
20	砂	砂	液	液	液	液	液	液	液	液
21	砂	砂	液	液	液	液	液	液	液	液
22	砂	砂	液	液	液	液	液	液	液	液
23	砂	砂	液	液	液	液	液	液	液	液
24	砂	砂	液	液	液	液	液	液	液	液
25	砂	砂	液	液	液	液	液	液	液	液
26	砂	砂	液	液	液	液	液	液	液	液
27	砂	砂	液	液	液	液	液	液	液	液
28	砂	砂	液	液	液	液	液	液	液	液
29	砂	砂	液	液	液	液	液	液	液	液
30	砂	砂	液	液	液	液	液	液	液	液
31	砂	砂	液	液	液	液	液	液	液	液
32	砂	砂	液	液	液	液	液	液	液	液
33	砂	砂	液	液	液	液	液	液	液	液
34	砂	砂	液	液	液	液	液	液	液	液
35	砂	砂	液	液	液	液	液	液	液	液
36	砂	砂	液	液	液	液	液	液	液	液
37	砂	砂	液	液	液	液	液	液	液	液
38	砂	砂	液	液	液	液	液	液	液	液
39	砂	砂	液	液	液	液	液	液	液	液
40	砂	砂	液	液	液	液	液	液	液	液
41	砂	砂	液	液	液	液	液	液	液	液
42	砂	砂	液	液	液	液	液	液	液	液
43	砂	砂	液	液	液	液	液	液	液	液
44	砂	砂	液	液	液	液	液	液	液	液
45	砂	砂	液	液	液	液	液	液	液	液
46	砂	砂	液	液	液	液	液	液	液	液
47	砂	砂	液	液	液	液	液	液	液	液
48	砂	砂	液	液	液	液	液	液	液	液
49	砂	砂	液	液	液	液	液	液	液	液
50	砂	砂	液	液	液	液	液	液	液	液

**新宿区 新宿区地盤資料**

調査整理番号: 011-007

所在地: 東京都新宿区須賀町8付近

※この資料は区内で建築されるための地盤の状況を確認位置情報については、おおよその位置を示したものと

調査番号	調査日	調査時間	調査者	調査内容	調査結果
011-007	2011/01/10	10:00~12:00	田中 太郎	地盤調査	砂質土
011-008	2011/01/11	10:00~12:00	田中 太郎	地盤調査	砂質土
011-009	2011/01/12	10:00~12:00	田中 太郎	地盤調査	砂質土
011-010	2011/01/13	10:00~12:00	田中 太郎	地盤調査	砂質土
011-011	2011/01/14	10:00~12:00	田中 太郎	地盤調査	砂質土
011-012	2011/01/15	10:00~12:00	田中 太郎	地盤調査	砂質土
011-013	2011/01/16	10:00~12:00	田中 太郎	地盤調査	砂質土
011-014	2011/01/17	10:00~12:00	田中 太郎	地盤調査	砂質土
011-015	2011/01/18	10:00~12:00	田中 太郎	地盤調査	砂質土
011-016	2011/01/19	10:00~12:00	田中 太郎	地盤調査	砂質土
011-017	2011/01/20	10:00~12:00	田中 太郎	地盤調査	砂質土
011-018	2011/01/21	10:00~12:00	田中 太郎	地盤調査	砂質土
011-019	2011/01/22	10:00~12:00	田中 太郎	地盤調査	砂質土
011-020	2011/01/23	10:00~12:00	田中 太郎	地盤調査	砂質土
011-021	2011/01/24	10:00~12:00	田中 太郎	地盤調査	砂質土
011-022	2011/01/25	10:00~12:00	田中 太郎	地盤調査	砂質土
011-023	2011/01/26	10:00~12:00	田中 太郎	地盤調査	砂質土
011-024	2011/01/27	10:00~12:00	田中 太郎	地盤調査	砂質土
011-025	2011/01/28	10:00~12:00	田中 太郎	地盤調査	砂質土
011-026	2011/01/29	10:00~12:00	田中 太郎	地盤調査	砂質土
011-027	2011/01/30	10:00~12:00	田中 太郎	地盤調査	砂質土
011-028	2011/01/31	10:00~12:00	田中 太郎	地盤調査	砂質土
011-029	2011/02/01	10:00~12:00	田中 太郎	地盤調査	砂質土
011-030	2011/02/02	10:00~12:00	田中 太郎	地盤調査	砂質土
011-031	2011/02/03	10:00~12:00	田中 太郎	地盤調査	砂質土
011-032	2011/02/04	10:00~12:00	田中 太郎	地盤調査	砂質土
011-033	2011/02/05	10:00~12:00	田中 太郎	地盤調査	砂質土
011-034	2011/02/06	10:00~12:00	田中 太郎	地盤調査	砂質土
011-035	2011/02/07	10:00~12:00	田中 太郎	地盤調査	砂質土
011-036	2011/02/08	10:00~12:00	田中 太郎	地盤調査	砂質土
011-037	2011/02/09	10:00~12:00	田中 太郎	地盤調査	砂質土
011-038	2011/02/10	10:00~12:00	田中 太郎	地盤調査	砂質土
011-039	2011/02/11	10:00~12:00	田中 太郎	地盤調査	砂質土
011-040	2011/02/12	10:00~12:00	田中 太郎	地盤調査	砂質土
011-041	2011/02/13	10:00~12:00	田中 太郎	地盤調査	砂質土
011-042	2011/02/14	10:00~12:00	田中 太郎	地盤調査	砂質土
011-043	2011/02/15	10:00~12:00	田中 太郎	地盤調査	砂質土
011-044	2011/02/16	10:00~12:00	田中 太郎	地盤調査	砂質土
011-045	2011/02/17	10:00~12:00	田中 太郎	地盤調査	砂質土
011-046	2011/02/18	10:00~12:00	田中 太郎	地盤調査	砂質土
011-047	2011/02/19	10:00~12:00	田中 太郎	地盤調査	砂質土
011-048	2011/02/20	10:00~12:00	田中 太郎	地盤調査	砂質土
011-049	2011/02/21	10:00~12:00	田中 太郎	地盤調査	砂質土
011-050	2011/02/22	10:00~12:00	田中 太郎	地盤調査	砂質土
011-051	2011/02/23	10:00~12:00	田中 太郎	地盤調査	砂質土
011-052	2011/02/24	10:00~12:00	田中 太郎	地盤調査	砂質土
011-053	2011/02/25	10:00~12:00	田中 太郎	地盤調査	砂質土
011-054	2011/02/26	10:00~12:00	田中 太郎	地盤調査	砂質土
011-055	2011/02/27	10:00~12:00	田中 太郎	地盤調査	砂質土
011-056	2011/02/28	10:00~12:00	田中 太郎	地盤調査	砂質土
011-057	2011/02/29	10:00~12:00	田中 太郎	地盤調査	砂質土
011-058	2011/03/01	10:00~12:00	田中 太郎	地盤調査	砂質土
011-059	2011/03/02	10:00~12:00	田中 太郎	地盤調査	砂質土
011-060	2011/03/03	10:00~12:00	田中 太郎	地盤調査	砂質土
011-061	2011/03/04	10:00~12:00	田中 太郎	地盤調査	砂質土
011-062	2011/03/05	10:00~12:00	田中 太郎	地盤調査	砂質土
011-063	2011/03/06	10:00~12:00	田中 太郎	地盤調査	砂質土
011-064	2011/03/07	10:00~12:00	田中 太郎	地盤調査	砂質土
011-065	2011/03/08	10:00~12:00	田中 太郎	地盤調査	砂質土
011-066	2011/03/09	10:00~12:00	田中 太郎	地盤調査	砂質土
011-067	2011/03/10	10:00~12:00	田中 太郎	地盤調査	砂質土
011-068	2011/03/11	10:00~12:00	田中 太郎	地盤調査	砂質土
011-069	2011/03/12	10:00~12:00	田中 太郎	地盤調査	砂質土
011-070	2011/03/13	10:00~12:00	田中 太郎	地盤調査	砂質土
011-071	2011/03/14	10:00~12:00	田中 太郎	地盤調査	砂質土
011-072	2011/03/15	10:00~12:00	田中 太郎	地盤調査	砂質土
011-073	2011/03/16	10:00~12:00	田中 太郎	地盤調査	砂質土
011-074	2011/03/17	10:00~12:00	田中 太郎	地盤調査	砂質土
011-075	2011/03/18	10:00~12:00	田中 太郎	地盤調査	砂質土
011-076	2011/03/19	10:00~12:00	田中 太郎	地盤調査	砂質土
011-077	2011/03/20	10:00~12:00	田中 太郎	地盤調査	砂質土
011-078	2011/03/21	10:00~12:00	田中 太郎	地盤調査	砂質土
011-079	2011/03/22	10:00~12:00	田中 太郎	地盤調査	砂質土
011-080	2011/03/23	10:00~12:00	田中 太郎	地盤調査	砂質土
011-081	2011/03/24	10:00~12:00	田中 太郎	地盤調査	砂質土
011-082	2011/03/25	10:00~12:00	田中 太郎	地盤調査	砂質土
011-083	2011/03/26	10:00~12:00	田中 太郎	地盤調査	砂質土
011-084	2011/03/27	10:00~12:00	田中 太郎	地盤調査	砂質土
011-085	2011/03/28	10:00~12:00	田中 太郎	地盤調査	砂質土
011-086	2011/03/29	10:00~12:00	田中 太郎	地盤調査	砂質土

のようなイメージデータへのタグ付けについての規定はない。今後、XMLのセキュリティ対策と共に、ucode化に際しての十分な検討や実証実験などが必要と考えている。

### 7.2 ボーリングデータの統一管理の提案

国交省では、直轄公共事業のボーリングデータをインターネットで無償公開している。また、主として関東地方の都道府県や政令指定都市では、それぞれの公共事業のボーリングデータをインターネットで無償公開している。例えば、神奈川県横浜市域では、国交省、神奈川県と横浜市がボーリングデータを公開しているが、それぞれが独自のWebサイトであるため、市民などが自宅周辺のボーリングデータを参照しようと思っても、第19図(左上, 左下, 右上)のように、アクセス先が異なる、背景地図が異なる、座標値の取扱い方が異なる、公開情報そのものが異なるなど、極めて使いづらい状況にある。



第19図 神奈川県横浜市中心部のボーリング位置

第19図(右下)は、以上3つのWebサイトから個別に公開されているボーリング位置を筆者等が読取って同一の背景地図上に再プロットした架空のWeb用の地図である。このような工夫によって、必要とするボーリングデータを簡単に地図検索できることがわかったので、本実証事業においては国交省、高知県と高知市のボーリングデータを、一括して管理・公開するWebサーバーシステムを構築した。また、県と市からはハザード情報の転載許可を得たこともあって、第20図のようにハザードマップをボーリング位置図の背景にすることも可能となった。

本実証事業では、公共事業の成果であるボーリングデータを統一して管理することの有効性を確認できたことにより、全国のボーリングデータを統一して管理する仕組みの構築を提案したい。



第20図 本実証事業で構築したボーリング位置・液状化危険度マップ上にボーリング位置を重ねて表示した例

### 7.3 鉛直1次元地盤柱状体モデルのXML標準の提案

本実証事業では、6次メッシュの鉛直1次元地盤柱状体モデルデータをXMLで表記し、これを鉛直1次元地盤柱状体モデルデータ(以下、柱状体モデルデータ)と呼んでいる。第8表にそのXML構造を示す。XMLデータは、6次メッシュの地図コードと中心座標を指定する方式であるため、高知市に限らず日本国内のどこであっても標準的に使用できる。平成23年東北地方太平洋沖地震後に始まると考えられる地盤情報の整備など、国内での標準化に繋がれば有益ではないだろうか。

### 7.4 地盤情報などの自由な2次利用

国交省が公開している直轄事業のボーリングデータは、営利目的を含む2次利用が許諾されている(土木研究所, 2008)。一方、多くの地方自治体では、ボーリングデータの自由な2次利用を認めておらず、本実証事業の対象地域となった高知県と高知市についても同様である。本実証事業の経験から、国や地方自治体に保管されているボーリングデータ、地震波形や土砂災害警戒区域データなど、様々な地盤や地形情報を2次利用することによって、全く新しい知見に基づく地盤災害関連情報を効率かつ高精度に整備することが確認できた。全国的にこのような仕組みが整えられることにより、国民の安心・安全に寄与する地盤災害関連情報が比較的廉価かつ短期間に整備できるものと考えており、そのためにはボーリングデータを含む公共事業の地盤情報などを自由に2次利用できるような合意が形成されることを切に望む次第である。

## 8. おわりに

『高知「ユビキタス(防災立国)」実証事業』では、高知市に特区を設定することにより、国交省、高知県と高知市が所有するボーリングデータと地震災害と土砂災害に係わる調査成果を2次利用することができた。すなわち、国交省、高知県と高知市の所有する公共事業のボーリングデータを借用して、全てXMLで統一したデータベースを構築した。このDBを2次利用して6次地図メッシュ(通称

125mメッシュ)の鉛直1次元地盤柱状体モデルをXMLで4,178モデル作成した。高知県から、「平成15年度第2次高知県地震対策基礎調査」の成果である想定南海地震の工学的基盤面波形を借用して各柱状体モデルの入力波と

第8表 鉛直1次元モデルデータのXML構造

```
<?xml version="1.0" encoding="Shift_JIS"?>
<!DOCTYPE 柱状体モデル情報 SYSTEM "JIBAN020.DTD">
<鉛直1次元地盤柱状体モデル情報 DTD_version="1.0">
<基礎情報>
  <第3次地図メッシュコード></第3次地図メッシュコード>
  <作成業務名称></作成業務名称>
  <作成機関></作成機関>
  <作成日時></作成日時>
</基礎情報>
<第6次地図メッシュ地盤情報>
  <第6次地図メッシュコード></第6次地図メッシュコード>
  <中心緯度></中心緯度>
  <中心経度></中心経度>
  <参照ボーリング番号></参照ボーリング番号>
  <メッシュ平均標高></メッシュ平均標高>
  <工学的地震基盤深度 Vs300></工学的地震基盤深度 Vs300>
  <工学的地震基盤深度 Vs700></工学的地震基盤深度 Vs700>
  <地下水位 m></地下水位 m>
  <微地形></微地形>
<速度層情報>
  <速度層順位></速度層順位>
  <地質名称></地質名称>
  <地質コード></地質コード>
  <地質記号></地質記号>
  <層厚 m></層厚 m>
  <実測N値></実測N値>
  <S波速度値></S波速度値>
  <P波速度値></P波速度値>
  <減衰常数></減衰常数>
  <湿潤密度></湿潤密度>
  <非線形特性番号></非線形特性番号>
  <地下水位面下単位堆積重量></地下水位面下単位堆積重量>
  <地下水位面上単位堆積重量></地下水位面上単位堆積重量>
  <平均粒径 D50></平均粒径 D50>
  <細粒分含有率 FC></細粒分含有率 FC>
</速度層情報>
</第6次地図メッシュ地盤情報>
<予備情報></予備情報>
<鉛直1次元地盤柱状体モデル情報>
注 本実証において<微地形>タグは使用していない。
```

することによって地震応答計算を行い、地表面の最大加速度、最大速度、卓越周波数、計測震度を推定すると共に液化危険度を評価した。また、高知県から借用した土砂災害警戒区域(急傾斜地)のGISデータと国土地理院から公開されている10mDEM、及び本実証事業で推定した地表加速度値から、各土砂災害警戒区域ごとの地震時崩壊危険度を評価した。高知市から転載の許可を得た洪水ハザードマップを電子データ化すると共に、収容避難所や災害時要援護者施設に関する情報を独自収集してWeb-GIS用のコンテンツとして整備した。更に、国土地理院から公開されている5mDEMから高知市付近の標高が2m沈下すると仮定した標高段彩図を作成した。これらの各主題図は、

Web-titanを本実証事業で改良したWeb-GISサーバーシステムからインターネットで一般に公開した。

各公共機関が所有するボーリングデータと災害に係わる調査成果を2次利用することによって、より詳細な地盤モデルを構築できること、それを使用してより精密な地震応答計算、液化危険度と斜面の崩壊危険度を評価できることが判明した。この実証事業の成果を踏まえることにより、筆者はボーリングデータの識別番号の統一化と統一的な管理が極めて重要であると考えており、これらの実現化を提案したいと考えている。また、鉛直1次元地盤柱状体モデルのXML標準は、地震応答計算の汎用化と迅速化に繋がるため、いずれかの公共機関でXML標準化を行って欲しいと考えている。ボーリングデータに代表される地盤情報と地震時の想定被害調査結果など自然災害に関する調査成果は、何れも公共事業ないしはそれに準じた事業の成果であるため、納税者である国民に対して自由な2次利用を認めるべきではないだろうか。

Web-GISシステムの構築に際し、公立大学法人大阪市立大学の根本達也氏には、特定非営利活動法人地質情報整備活用機構の職員当時から深く関与して頂いた。2009年10月に総務省へ本実証事業を提案した時から2011年6月に行われた総務省ユビキタス実証事業評価委員会まで、社団法人全国地質調査業協会連合会の土屋彰義氏及び株式会社相愛の山崎尚明氏とは行動を共にした。ここに記して謝意を表したい。

## 文献

- 地質情報整備活用機構(2005)Web-GIS版電子納品統合管理システム-Web-titan-。  
<http://www.web-gis.jp/web-gis/index.html>。最終アクセス日 2011.10.24.
- 中央防災会議(2001)東海地震に関する専門調査会(第10回)関連図表2。35p。  
<http://www.bousai.go.jp/jishin/chubou/tokai/10/siryou2-2.pdf>。最終アクセス日 2011.10.24.
- 土木研究所(2008)国土地盤情報検索サイト"KuniJiban"利用規約。  
<http://www.kunijiban.pwri.go.jp/jp/terms.html>。最終アクセス日 2011.10.24.
- 岩崎敏男・龍岡文夫・常田賢一・安田進(1980)地震時地盤液化の程度の予測について。土と基礎, vol.28, no.4, pp.23-29.
- 高知地盤災害情報評価委員会(2011)高知地盤災害関連情報ポータルサイト。  
<http://www.geonews.jp/kochi/index.html>。最終アクセス日 2011.10.24.
- 高知地盤図編集委員会(1992)高知地盤図。高知県建築設計監理協会。pp.188-380.
- 高知県(2004.a)第2次高知県地震対策基礎調査報告書。

- 180p.  
<http://www.pref.kochi.lg.jp/~shoubou/sonaetegood/research/report.html> . 最終アクセス日 2011.10.24.
- 高知県 (2004,b) 第2次高知県地震対策基礎調査報告書 参考資料-11「中防モデルと高知県モデルにおける満潮時を考慮した最高津波高さと地震による地盤変位量分布」. 5p.  
<http://www.pref.kochi.lg.jp/~shoubou/sonaetegood/research/report.html> . 最終アクセス日 2011.10.24.
- 日本道路協会 (2002) 道路橋示方書・同解説 (耐震設計編) . pp.121-127.
- 小山内信智・秋山一弥・松下智洋 (2009) 地震時の急傾斜地崩壊危険箇所危険度評価マニュアル(案).国土交通省国土技術政策総合研究所資料, No.511, pp.1-15.  
<http://www.nilim.go.jp/lab/bcg/siryoutnn/tnn0511pdf/ks0511.pdf> . 最終アクセス日 2011.10.24.
- 静岡県 (2001) 第3次地震被害想定報告書, 2.4 液状化 . pp.52-53.  
<http://www.e-quakes.pref.shizuoka.jp/shiraberu/higai/soutei/houkokusho.html> . 最終アクセス日 2011.10.24.
- 総務省 (2007)「ユビキタス特区」の創設に向けて . 総務省報道資料平成19年6月18日 ,  
[http://www.soumu.go.jp/menu\\_news/s-news/2007/070618\\_5.html](http://www.soumu.go.jp/menu_news/s-news/2007/070618_5.html) . 最終アクセス日 2011.10.24.
- 総務省 (2008)「ユビキタス特区」の創設について . 総務省報道資料平成20年1月25日 ,  
[http://www.soumu.go.jp/menu\\_news/s-news/2008/080125\\_5.html](http://www.soumu.go.jp/menu_news/s-news/2008/080125_5.html) . 最終アクセス日 2011.10.24.
- Ubiquitous ID Center (2011) ucodeを知る .  
<http://www.uidcenter.org/ja/learning-about-ucode/> . 最終アクセス日 2011.10.24.
- 童華南・山崎文雄 (1996) 地震動強さ指標と新しい気象庁震度との対応関係 . 生産研究 48, 巻11号, pp.31-34.
- 安田進・吉川洋一・牛島和子・石川利明 (1993) SI値を用いた液状化予測手法 .第28回土質工学研究発表会, pp.1325-1328.
- 吉田望 (2005) 地盤の地震応答解析入門 . 東北学院大学, pp.84-110.  
<http://www.civil.tohoku-gakuin.ac.jp/yoshida/inform/document/eqresp.pdf> . 最終アクセス日 2011.10.24.

## 要旨

### 地盤情報の共有と2次利用のための提案 - 高知「ユビキタス(防災立国)」実証事業を踏まえて -

: 中田文雄\*

高知市を特区に設定した標記の実証事業では、高知県と高知市の印刷されているボーリング柱状図を電子化すると共に、国交省のXMLボーリングデータと総合的に管理できるDBを構築した。更に高知県からは、土砂災害警戒区域データと工学的基盤の模擬地震動データなどの提供を受け、6次メッシュの鉛直1次地盤柱状体モデルを構築して想定南海地震時の地表地震動(加速度や計測震度など)、液状化と斜面崩壊の危険度予測などを行った。成果は、いずれもMapServerをカスタマイズした専用のWebサイトから一般に公開している。行政が所有する地盤情報や災害情報を2次利用することにより、最新の知見に基づく地震動予測や危険度予測が安価ではあるが高精度・高密度に実施できることが実証できた。

この事業を踏まえて、ボーリング識別番号の統一管理の提案、6次メッシュの鉛直1次地盤柱状体モデルのXML標準の提案、地盤情報などの自由な2次利用の提案を行った。

キーワード:情報公開, 情報共有, 地盤情報, 地震動予測, 2次利用

注 本文は、著者の手元に残しておいた控えである。