

情報流通連携基盤の地盤情報における
実証に係る請負

報告書（概要版）

平成 25 年 3 月
日本工営株式会社

— 目 次 —

1. はじめに.....	2
2. 背景と目的	2
2.1. 背景.....	2
2.2. 目的.....	3
2.3. 実証実験の内容.....	3
3. 地盤情報に係わるデータ規格の構築.....	4
3.1. 実データの標準データ規格	5
3.2. メタデータの標準データ規格.....	7
3.3. ボキャブラリ	9
4. 地盤情報流通連携基盤システムの構築	10
4.1. システム構成・アーキテクチャ	11
4.2. 機能仕様.....	13
5. 地盤情報のオープン化の実証	15
5.1. 選定フィールドにおける実証.....	16
5.1.1. 地盤情報のオープン化のために必要な基盤システムの構築.....	16
5.2. 非選定フィールドにおける実証	19
6. 災害予測情報の提供の実証.....	21
6.1.1. 地下水位分布データ処理およびメタデータ作成ツールの開発.....	21
6.1.2. 解放地震基盤地震波形の取り扱い.....	22
6.1.3. 3次元表層地盤モデル解析方法	22
6.1.4. 等価線形重複反射法シミュレーション処理・液状化危険度判定処理地震応答 シミュレーション方法.....	23
6.1.5. 斜面崩壊危険度危険度判定処理方法	27
7. 有識者会合	28
7.1. 実証会合の開催.....	28
7.2. ガイド会合の開催	30
7.3. 地盤情報の利活用のための普及活動.....	32

1. はじめに

本請負では、情報流通連携基盤の地盤情報における実証実験を実施しているが、順守した仕様書類は、次のとおりである。

- 本実証の「調達仕様書」
- 「平成 24 年度 情報流通連携基盤構築に向けた調査研究に係る請負」の成果である「情報流通連携基盤構築にむけた調査研究仕様書(調査研究仕様書)」
特に、情報流通連携基盤、管理識別子体系、データ規格、ボキャブラリ等の各用語の意味
- 調査研究仕様書に基づいて策定された「情報流通連携基盤システム外部仕様書（外部仕様書）」

2. 背景と目的

2.1. 背景

総務省・情報通信審議会の中間答申（平成 23 年 7 月 25 日）では、「主体、分野・領域に閉じない情報流通・利活用のための共通基盤として、情報・知識やサービスの連携・共有環境の整備のための汎用性ある技術・運用ルール等が整った環境（情報流通連携基盤）の整備を推進すべき」という趣旨の提言がなされた。

中でも、「⑤ 情報の利活用」の積極的推進として、「地盤災害の防止を目標として、国、自治体、民間で紙又はデジタルで蓄積されている地盤ボーリング柱状図を広く公開し、民間で流通・利用するための技術・ルールの確立」との提言があり、本実証の最も大きな背景であると理解している。

本実証が成功裏に終わることにより、ボーリングデータに代表される地盤情報をいわゆるビックデータとして扱い、ICT の利活用による情報流通連携を促進することにより、連携する様々な空間情報をマッシュアップ(組み合わせる)し、今後予想される大規模災害への備えを強化するなど、国民の安心と安全に直結する以下のような利活用が広がるものと期待している。

- 地震災害や土砂災害の危険性予測
- 地盤の静的と動的な強度評価の提供
- 地下鉱山、採石場や地下壕など、地下空洞の分布情報や地盤評価の提供
- 旧河道や(大規模な)盛土などによる軟弱地盤の分布や地盤評価の提供
- 土壌汚染や地下水汚染の拡散予測や白情報(汚染されていない情報)の提供
- 豪雨時や津波時の洪水予測

また、総務省広報誌平成 24 年 11 月号では「オープンデータ戦略」の記事が掲載されている。戦略の柱は「公共交通情報サービス」、「災害関連情報サービス」と「地盤情報サービス」であるが、本実証事業は「地盤情報」と「災害関連情報」の両分野に跨がる情報

提供サービスの実証と位置づけられ、オープンデータ戦略上重要な実証事業であると位置づけられる。

2.2. 目的

- ① 情報流通連携基盤の地盤情報における適用性の実証
- ② 地盤情報（ボーリングデータ等）のデータ規格の検討と定義
- ③ 地盤情報の利活用による最大効用化への貢献（社会に分散している大量の地盤情報を収集・加工し、付加価値をつけて国民へ提供する公益的サービスモデルをクラウド技術により構築・普及）
- ④ 他分野の情報と地盤情報を組み合わせることによる有益な新たな情報の価値の創造と、情報流通連携基盤を普及させるための課題抽出

2.3. 実証実験の内容

ボーリング柱状図やボーリングデータはインターネットを利用して公開している国や地方公共団体等は年々増加する傾向にあるが、同じ規格や基準に則ってボーリングデータ等を整備して公開している事例は国土交通省、茨城県、滋賀県や高知市域など少数であって、その大多数は独自の企画・基準に則って公開されており、我が国全域で統一的な取扱いはなされていない。

以上の現実を踏まえ、以下に示す実証を行う。

- ① 国や地方公共団体等が保有しているボーリングデータ等の地盤情報を収集し、共通のデータ規格(共通規格)に則って整備し、地盤情報を情報流通連携基盤システムに集約・管理してオープンデータ化を実現し、広く国民にインターネットを利用して公開する。
- ② ①を実現するために以下の3つを実施する。
 - ・地盤情報の「データ規格(共通API)」を検討し決定する
 - ・データ規格に基づいて地盤情報をオープンデータとして流通させる「地盤情報流通連携基盤システム」を構築する
 - ・以上2つの有効性を検証する
- ③ 特定のフィールドを選定し、フィールド内のオープンデータ化された地盤情報を活用して災害予測を反映したハザードマップを策定し公開する。

3. 地盤情報に係わるデータ規格の構築

本実証においては、表 3.1 に示す各種地盤情報を取り扱っているが、調達仕様書に従い、ボーリングデータ、土質試験結果一覧表データ、地域地盤常数、鉛直 1 次元地盤柱状体モデル、地震シミュレーション結果、地盤リスク抽出結果について標準データ規格の構築を行なった。

表 3.1 本実証全体で取り扱う地盤情報

分類	データ種別
オリジナルデータ ⇒ 国、自治体等から収集	ボーリングデータ 土質試験結果一覧表データ
加工データ ⇒オリジナルデータから解析	地域地盤常数 鉛直 1 次元地盤柱状体モデル 地震シミュレーション結果 地盤リスク抽出結果
加工データ ⇒オリジナルデータから解析	3 次元表層地盤モデル、2 次元地質断面図 地下水位分布図
借用データ ⇒国、自治体等から借用、GIS 関連データなど	土砂災害警戒区域、微地形区分図、地質図 5m・10mDEM 標高段彩図 解放基盤波形、ランドマーク（避難路、避難所） ハザードマップ（洪水想定浸水区域、洪水実績、津波浸水想定区域）

地盤情報の標準規格化に当たっては、外部仕様書に従い、RDF でデータモデルを作成し、他分野との連携を図ることになるが、ボーリングデータ、土質試験結果一覧表データは、次のとおり、標準規格化を実施した（図 3.1 参照）。

- ボーリングデータ、土質試験結果一覧表データのデータ本体については、地質・土質調査成果電子納品要領（案）[国土交通省]で定められている XML 形式でデータベース化する。
- XML データから必要情報を抽出し、検索用のメタデータを作成し、これを RDF データとしてデータベース化する。
- メタデータ(RDF)検索からの照会によって、データ本体(XML)を参照する場合は、URL 参照によって、データ本体を取り出す。

また、ボーリングデータ、土質試験結果一覧表データのオリジナルデータからの解析によって導出される地域地盤常数、鉛直 1 次元地盤柱状体モデル等については、次のとおり標準規格化を実施した。

- 地域地盤常数については、必要なデータ項目を抽出した XML 形式のデータを規定する。
- 鉛直 1 次元地盤柱状体モデルは、6 次メッシュごとに整理される解析結果データであり、これらのデータを集約した XML 形式のデータを規定する。

- 地震シミュレーション結果、地盤リスク抽出結果についても、6次メッシュごとに整理される解析結果データであり、鉛直1次元地盤柱状体モデルデータに付加する形でXML形式のデータを規定する。

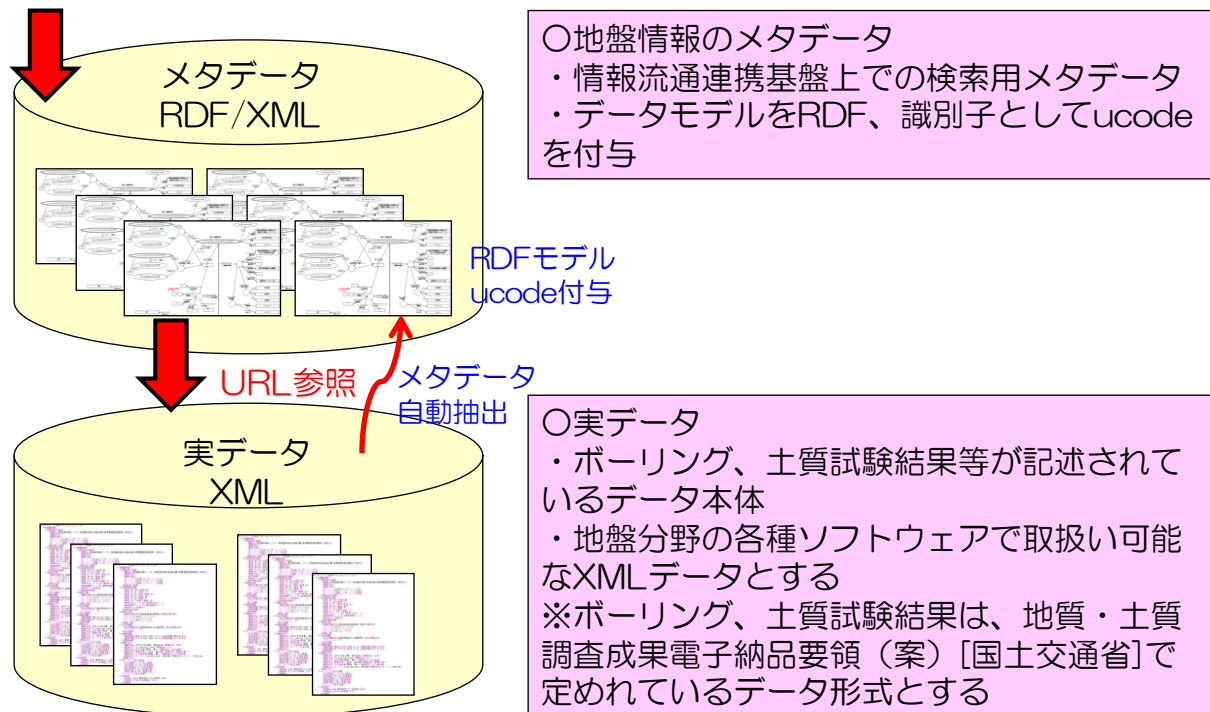


図 3.1 データの共通規格化の考え方

3.1. 実データの標準データ規格

本実証では、ボーリングデータ、土質試験結果一覧表データ、地域地盤常数、鉛直1次元地盤柱状体モデル（地震シミュレーション結果、地盤リスク抽出結果含む）の標準データ規格を構築したが、データモデルの例（鉛直1次元地盤柱状体モデルのスキーマ図）を図3.2に示す。

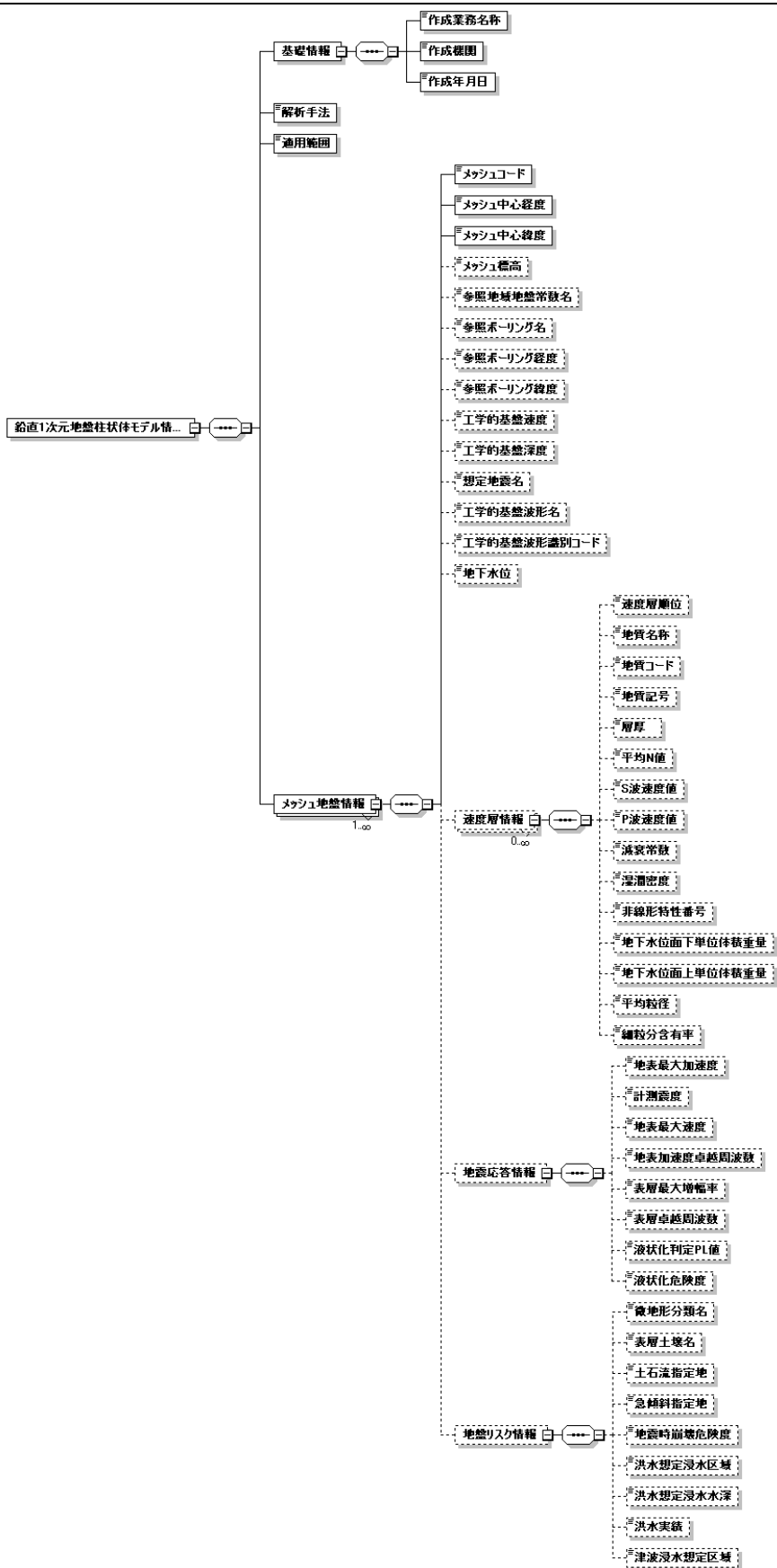


図 3.2 鉛直 1 次元地盤柱状体モデルのスキーマ図

3.2. メタデータの標準データ規格

地盤情報のメタデータ[RDF]については、各データの特性を踏まえて、ポイントデータとメッシュデータに分けて作成する方針とした（図 3.3 参照）。

本実証では、外部仕様書に従い、データモデルを構築しており、概要を次に示す。

- データモデルは、データの特性（ポイント、2次メッシュ、6次メッシュなどの位置情報の区分単位）を踏まえて、ポイントデータ、メッシュデータ（地域地盤常数）、メッシュデータ（鉛直1次元地盤柱状体モデル）の3つを対象に構築する。
- データモデルは、RDFモデルとする。
- 対象となるポイントデータ、メッシュデータに、識別子として、ucode を付与する。
- データ表現形式は、RDF/XML 形式とする。
- 地盤情報に関する名前空間として、次を定義する。

➤ `gs:=http://www.jibaninfo.jp/vocab/ucr/gs#`

作成したデータモデルの例として、ポイントデータの RDF グラフを図 3.4 に示す。

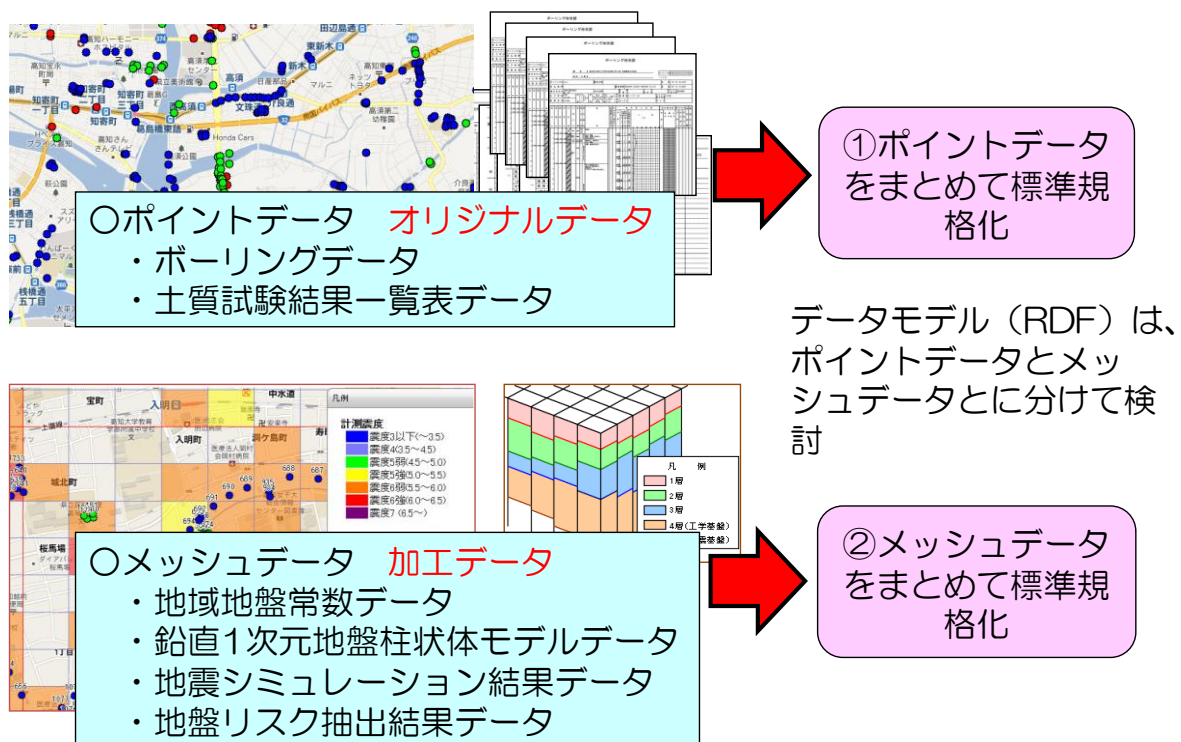


図 3.3 メタデータ作成の考え方

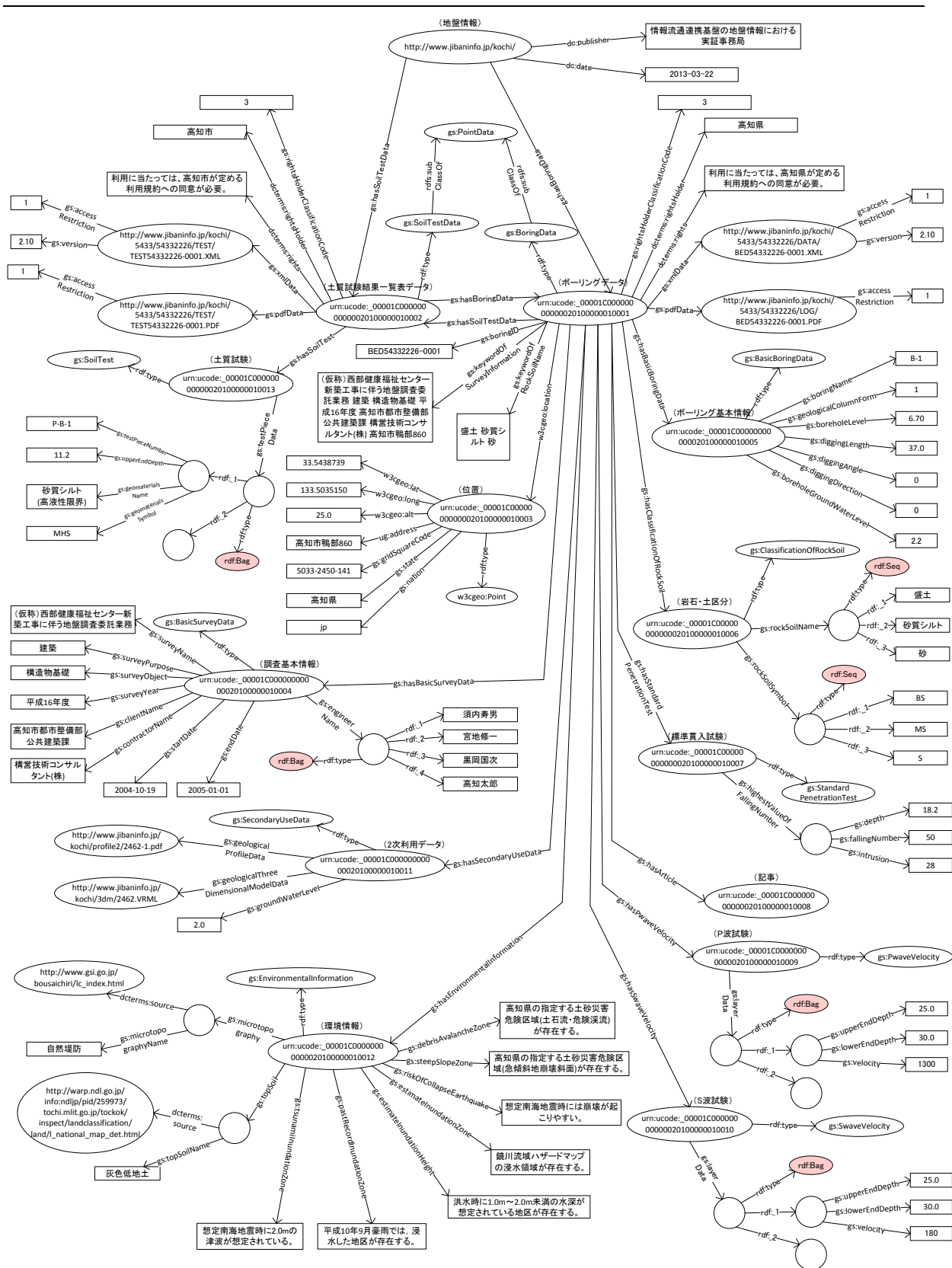


図 3.4 ポイントデータの RDF グラフ

3.3. ボキャブラリ

地盤情報のメタデータについて記述するためのボキャブラリ群として、地盤情報に関するボキャブラリセットを検討した。

ポキャブラリについては、ポイントデータ、メッシュデータ（地域地盤常数）、メッシュデータ（鉛直 1 次元地盤柱状体モデル）のデータモデルで使用した地盤情報特有のポキャブラリを抽出し、クラス（主語）、プロパティ（述語）に分けて整理した。

地盤情報に関するボキャブラリの例として、抜粋したものを表 3.2 に示す。

表 3.2 地盤情報に関するボキャブラリセット（抜粋）

[illegible]

4. 地盤情報流通連携基盤システムの構築

国や自治体等が所有する大量の地盤情報（ボーリングデータ・土質試験結果一覧表データ）については、電子的な収集・管理が行われ、他の分野のデータ等と容易に組み合わせることができるになれば、防災・減災に資するより精緻なハザードマップの提供等、新たなサービスや情報の価値を創出することが期待できる。このため、地盤情報の流通・連携のための地盤情報流通連携基盤システム（地盤情報標準 API）を構築し実証実験を行った。

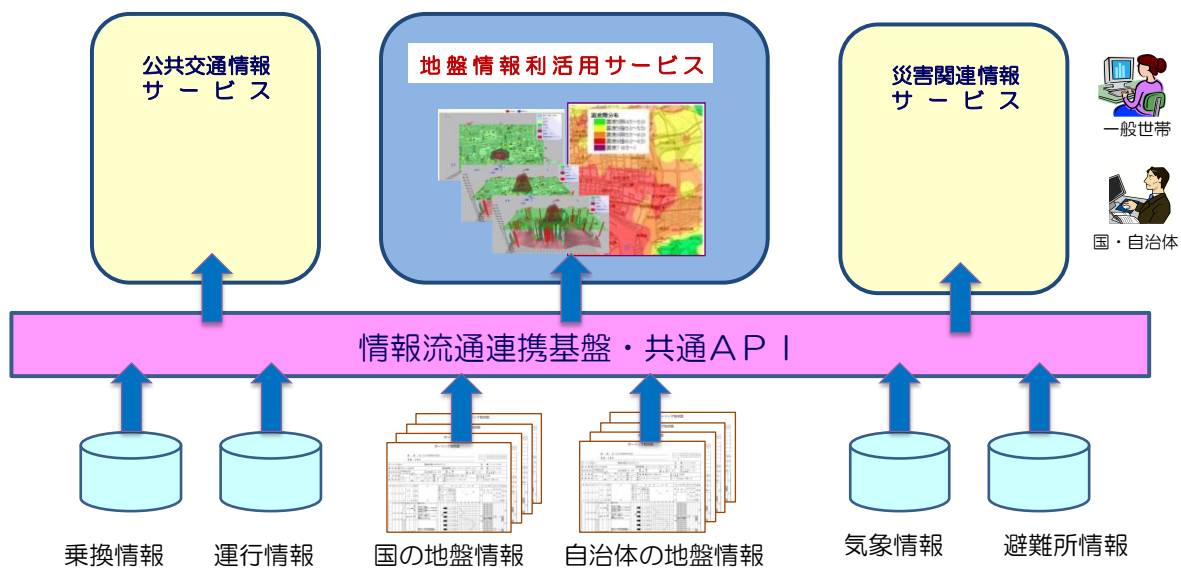


図 4.1 他分野とのデータ連携イメージ

本実証においては、次の方針により「地盤情報流通連携基盤システム」を構築した。

- 複数のクライアント（プレイヤー）間で共有・流通されるデータは、情報流通連携基盤の標準データ規格で構築する。
- システムについては、標準 API 規格に則ったインターフェースとする。
- 情報流通連携基盤全体との関連性を考慮した検証と評価を行う。
- 「外部仕様書」が規定する標準 API のうち、地盤情報による情報流通連携基盤の実証実験に必要となる機能を備えた地盤情報流通連携基盤システム（地盤情報標準 API）を構築する。
- 本実証では、地盤情報の特性（位置情報を含むデータ構成）や利用者からのデータへのアクセスの容易性、視認性を考慮し、文字検索機能だけでなく、地図検索機能を持たせて、目的とする地盤情報を検索できるようにする。
- アクセス制限付きのデータ等を扱えるように、一般公開用、制限付き公開用のインターフェースを構築する（図 4.2 参照）。

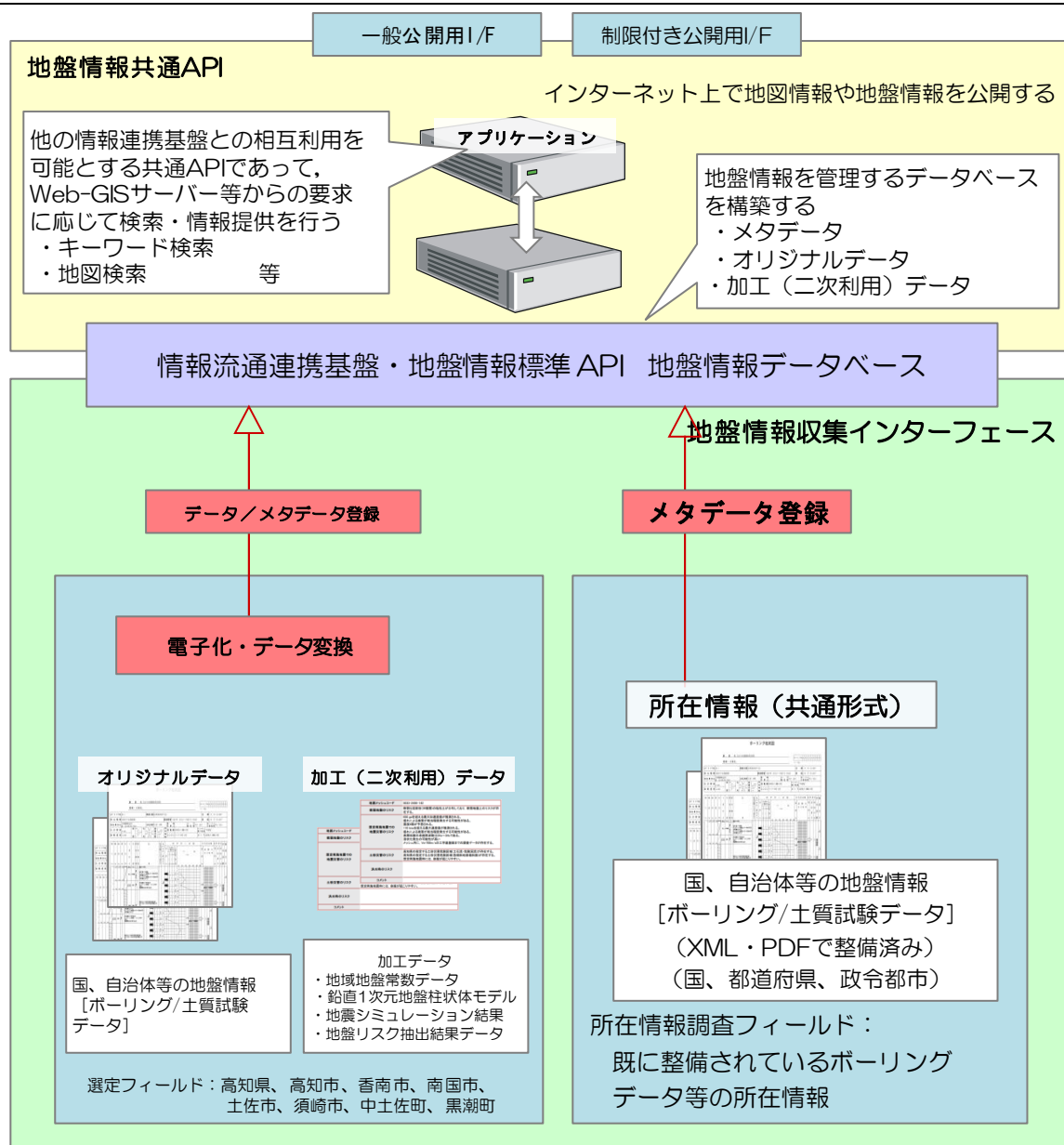


図 4.2 地盤情報標準 API の構築イメージ

4.1. システム構成・アーキテクチャ

本実証で取り扱うシステム全体イメージを図 4.3 に示す。また、アーキテクチャを図 4.4 に示す。

本実証では、地盤情報標準 API に対し、リクエストを行うユーザプログラムとして、WEB-GIS システムを構築しており、標準 API と WEB-GIS 間の連携について検証を行った。

地盤情報連携基盤システムは、民間のクラウドサービスを利用しており、ハードウェア構成、ソフトウェア構成を次に示す。

■ WEB サーバ (プラン V80)

- CPU : XeonL5520 2.26GHz (4core) 相当
- メモリ : 8GB

■ DB サーバ (プラン V160)

- CPU : XeonL5520 2.26GHz (4core) × 2 相当
- メモリ : 16GB

■ RDF Database

- アプリケーション : openrdf-sesame
- 保存方式 : Native Java Store RDF schema

■ RDB

- アプリケーション : postgresql+postgis

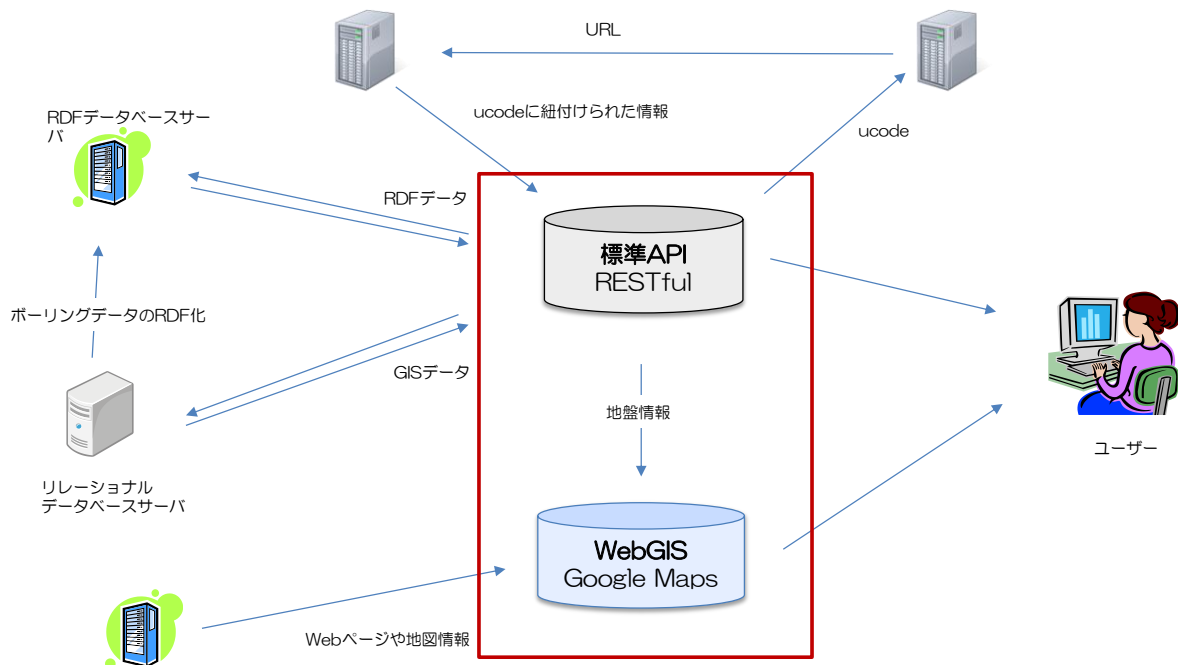


図 4.3 地盤情報連携基盤システム システム概念図

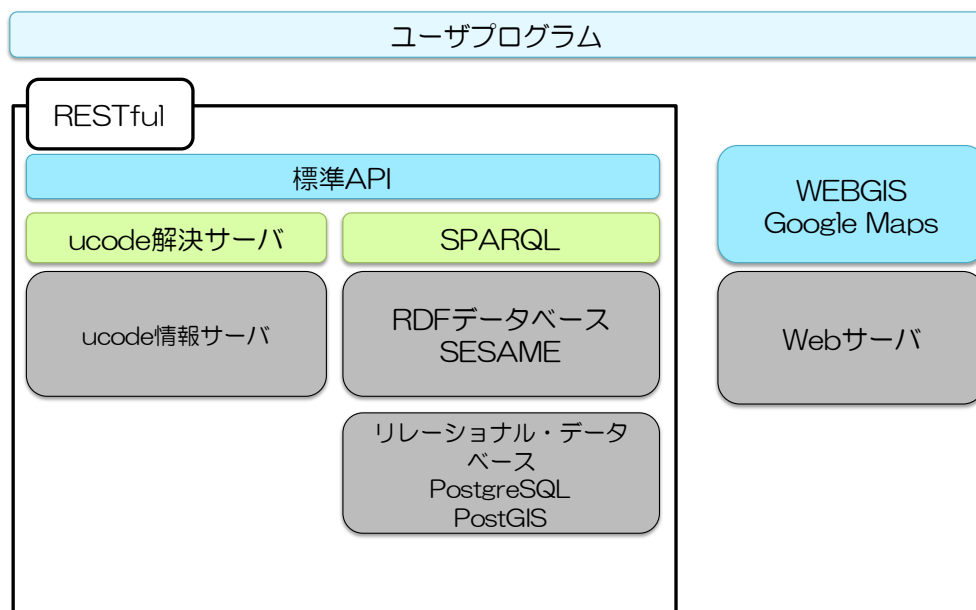


図 4.4 地盤情報連携基盤システム システムアーキテクチャ

4.2. 機能仕様

地盤情報標準 API の各機能は、外部仕様書に従い実装しており、次の機能を実装した。

■ SPARQL-base Command

HTTP GET メソッドを利用して,SPARQL1.1 準拠のクエリを発行する。

■ Vocabulary Management Command

Vocabulary Management Command は、ボキャブラリ管理機能を実現するためのコマンドである.ボキャブラリは,RDF Schema 形式に基づいて入出力する。

■ Identification Resolution Command

Identification Resolution Command は、利用者プログラムが、モノ・場所・データの識別子 から,その識別子が指し示す対象に関するオープンデータが格納されているサーバを得るための、ディレクトリ型検索を提供するコマンドである。

地盤情報標準 API のシステムイメージを図 4.5 に示す。また、WEB-GIS 上でシームレス地質図とボーリングを重ね合わせたものを図 4.6 に例示する。

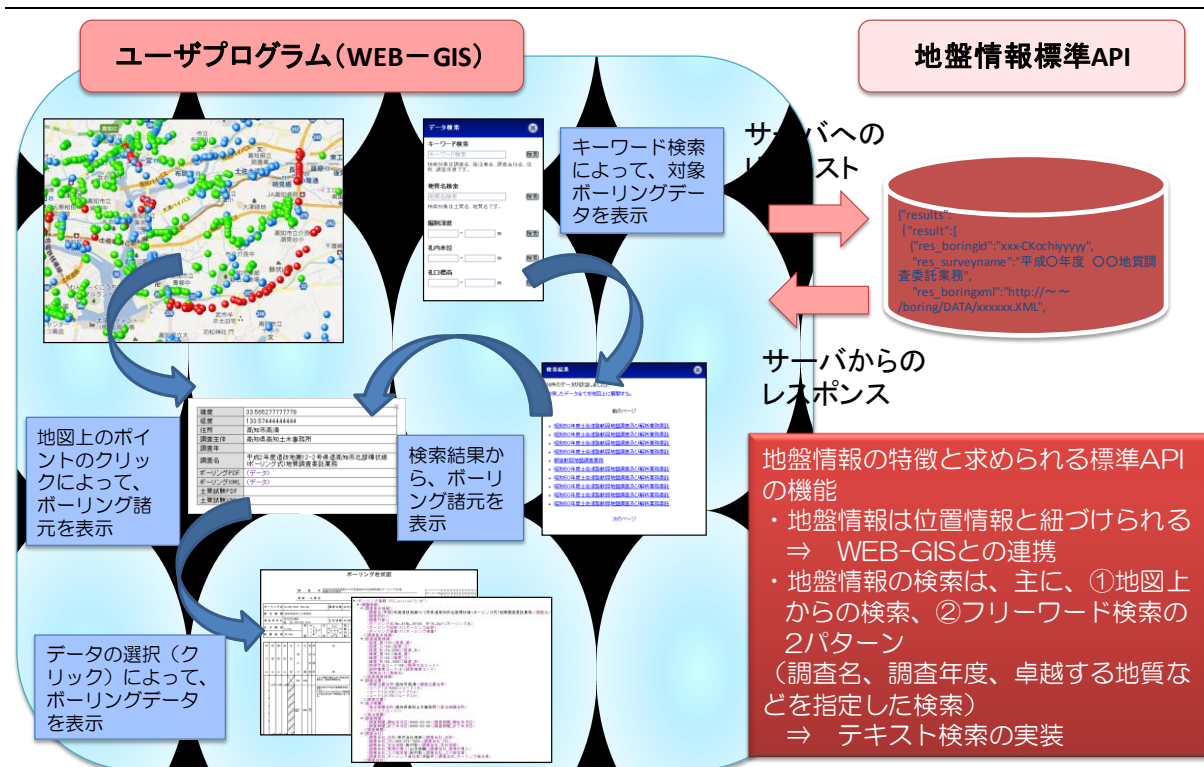


図 4.5 地盤情報標準 API のシステムイメージ

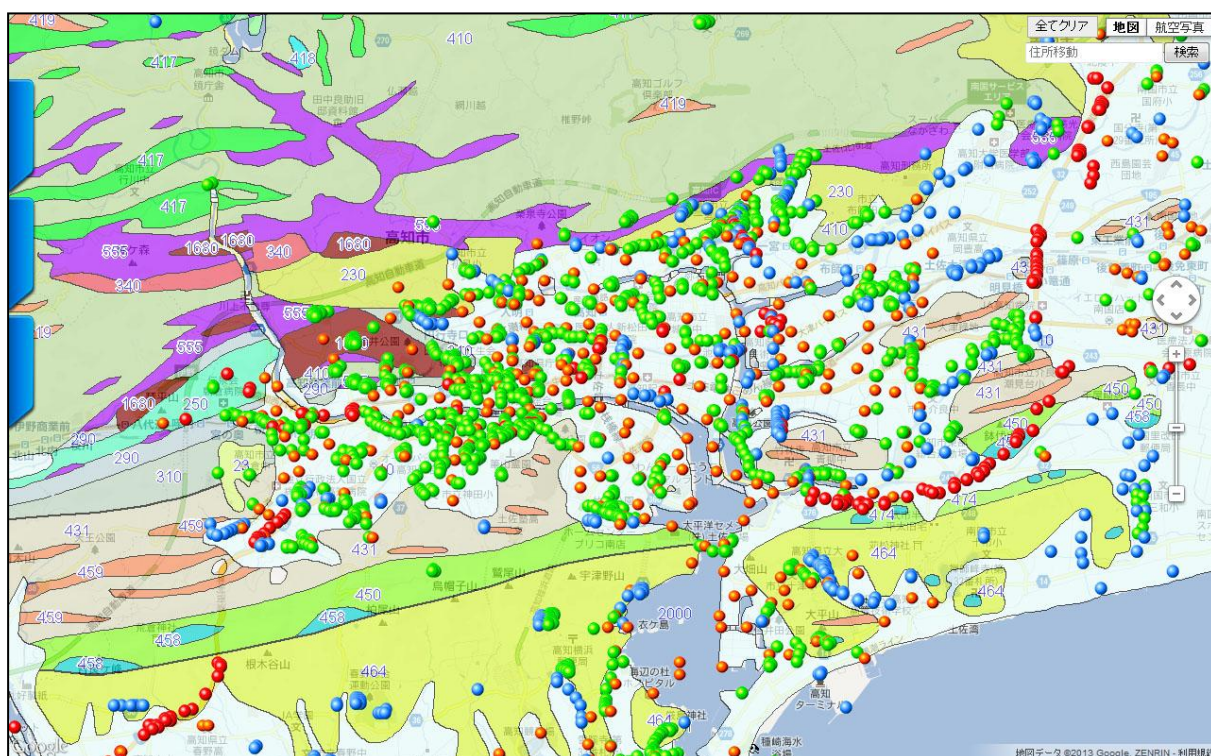


図 4.6 シームレス地質図とボーリングデータの重ね合わせの例

5. 地盤情報のオープン化の実証

社会に散在しているボーリングデータ等の地盤情報を収集し、一般に公開（オープン化）する。このために、収集したボーリングデータ等について、電子化・データ変換・解析処理等を行い、Web-GIS サーバにより一般に公開するシステムを構築し、各システムの実用性を検証した。本実証のイメージを図 5.1 に示す。

地盤情報のオープン化の実証の対象は、「選定フィールド」と「非選定フィールド」の 2 種類で実施しており、実施イメージを図 5.2 に示す。

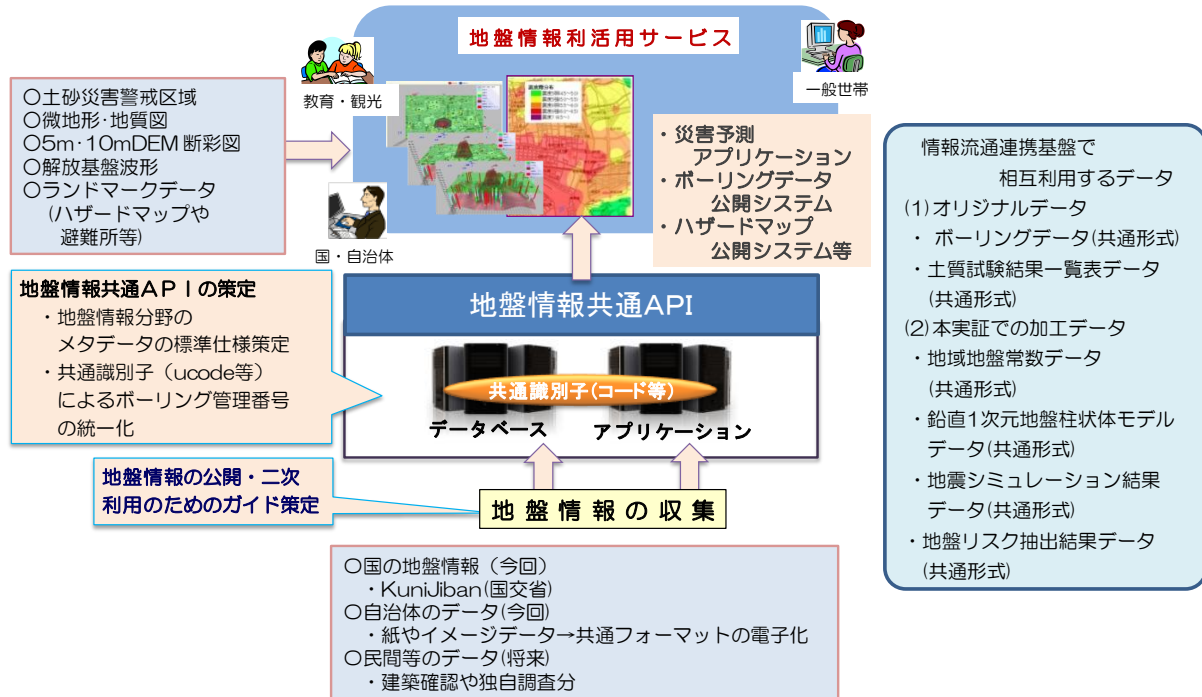


図 5.1 地盤情報のオープン化の実証イメージ

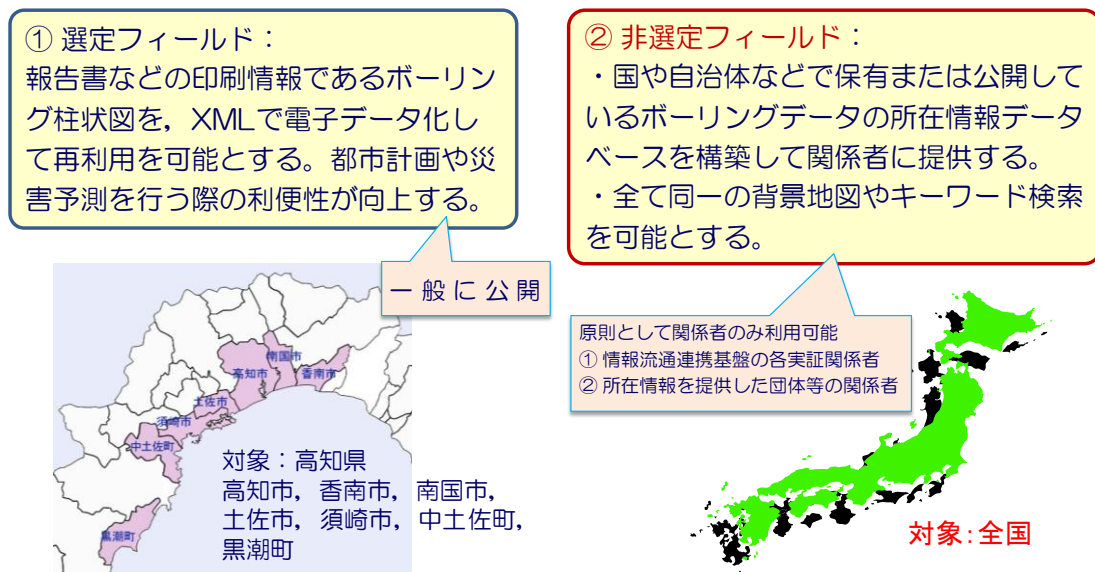


図 5.2 選定フィールドと非選定フィールド

5.1. 選定フィールドにおける実証

選定団体は、以下の1県と7市町である。

- 都道府県：高知県
- 市 町 村：高知市、香南市、南国市、土佐市、須崎市、中土佐町、黒潮町

5.1.1. 地盤情報のオープン化のために必要な基盤システムの構築

地盤情報のオープン化のために必要な基盤システムとして、ボーリング柱状図や自然災害情報等を電子化/データ変換、解析できる各種ツール類を構築した。構築したツールの一覧は、表 5.1 のとおりである。ツール構築の主な目的は次のとおりである。

- 印刷媒体で提供される地盤情報等を電子化するために使用する。
例えば、汎用の CAD ツールや GIS ツールの固有ファイル形式で保存されている地盤情報ファイルを、基盤システムで使えるようファイル変換する。
- ボーリングデータ(XML)、土質試験結果一覧表データ(XML)が、共通規格の地盤情報データベースとして大量に集約された場合、そのビックデータを二次利用（高度利用）するために使用する。

表 5.1 地盤情報のオープン化のために必要な基盤システムの概要

ツールの名称		概要
電子化／データ変換	ボーリングデータ電子化ツール	・紙に印刷されたボーリング柱状図を標準データ規格で電子化し、地盤情報データベースに登録するツール ・データフォーマットは、国土交通省の地質・土質調査成果電子納品要領(案)平成20年12月版に準拠 ・ボーリングデータ(XML)から、メタデータ(RDF/XML)を自動抽出する機能を有する
	土質試験結果一覧データ電子化ツール	・紙に印刷された土質試験結果一覧表を標準データ規格で電子化し、地盤情報データベースに登録するツール ・データフォーマットは、国土交通省の地質・土質調査成果電子納品要領(案)平成20年12月版に準拠 ・ボーリングデータ(XML)から、メタデータ(RDF/XML)を自動抽出する機能を有する
	鉛直1次元地盤柱状体モデルデータ生成ツール	・ボーリングデータ、土質試験結果一覧表データ、地域地盤常数データから、鉛直1次元地盤柱状体モデルデータを生成するツール ・参考として、鉛直1次元地盤柱状体モデルデータの作成手順(イメージ)を図5.3に示す ・鉛直1次元地盤柱状体モデルは、6次(通称125m)メッシュごとに生成 ・メタデータを登録できる機能を有する
	地域地盤常数データ電子化ツール	・地域別に「地層ごとの代表値」、「 $V_s \sim N$ 値関係式」及び「動の変形特性関係式」を作成しデータベースに登録するツール ・各関係式をグラフ化する機能を有する(図5.4参照) ・メタデータを登録できる機能を有する

ツールの名称		概要
	微地形・地質図データ変換ツール	・汎用の GIS ツールにより GIS 化された微地形・地質図データを Web-GIS から公開できるようにデータ変換するツール
	5m・10mDEM データ(地形データ)変換ツール	・汎用の GIS ツールにより GIS 化された 5m・10mDEM データによる段彩図を Web-GIS から公開できるようにデータ変換するツール
	土砂災害警戒区域データ変換ツール	・都道府県が保有する「土砂災害警戒区域データ(GIS データ)」を Web-GIS から公開できるようにデータ変換するツール
	ランドマークデータ変換ツール	・自治体等が公開している収容避難所、災害時要援護者施設、避難路等のランドマークの位置座標を読み取り、電子化し、Web-GIS から公開できるようにデータ変換するツール ・ランドマークの座標読み取りの例を図 5.5 に示す
解析処理	タイルパターン生成ツール(2 次元平滑化処理含む)	・ポリゴン、ポリライン及びポイントの各コンテンツ類を Web-GIS サーバから公開できるように、必要な全てのタイルパターンを生成するツール ・対象となるタイルパターンは表 5.2 のとおり
	地盤リスク自動抽出ツール	・クライアントの要求により、ボーリングデータや各種のハザード情報から、地盤リスクを自動的に抽出して HTML で出力するツール

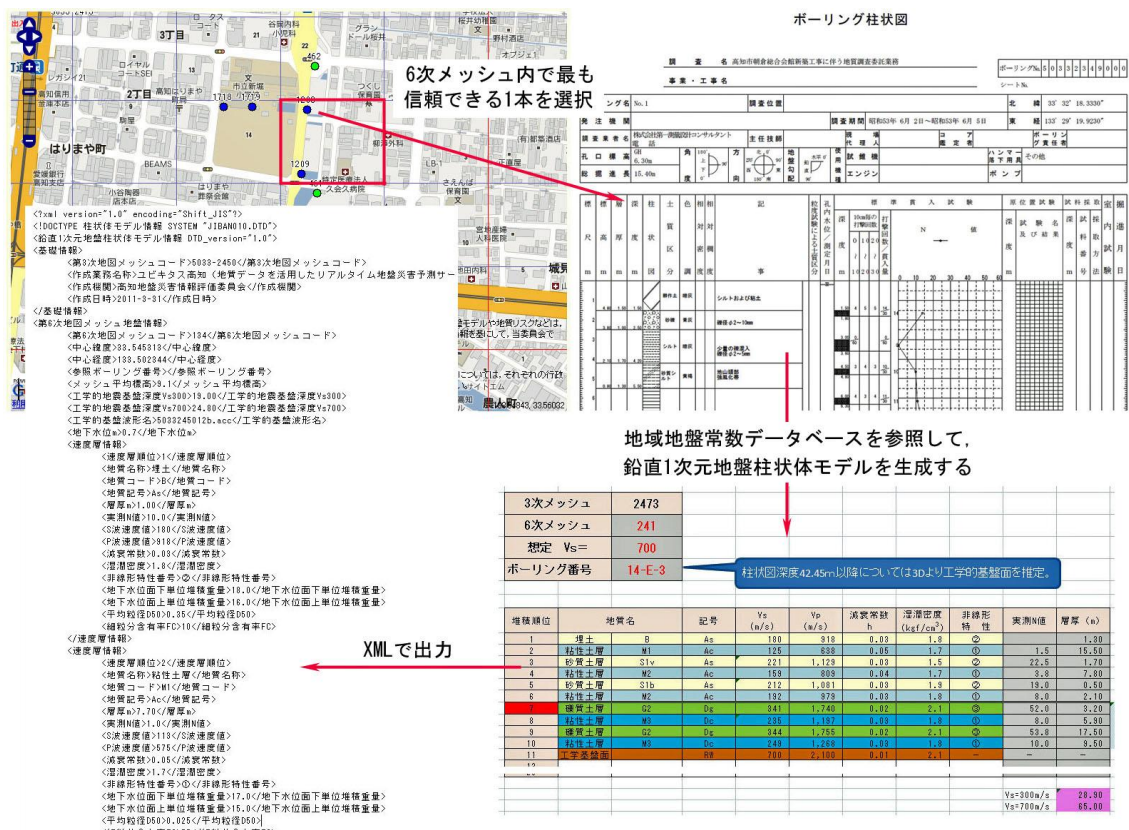


図 5.3 鉛直 1 次元地盤柱状体モデルデータの作成手順(イメージ)

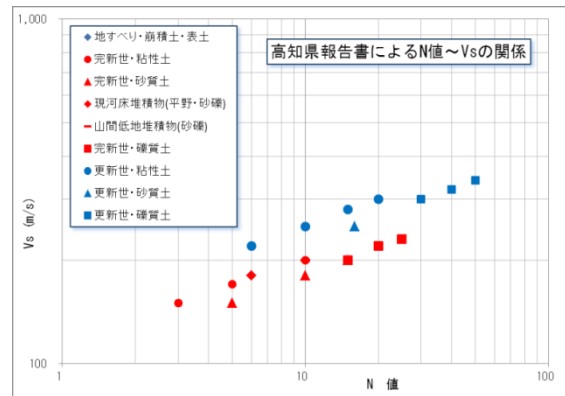


図 5.4 N 値と Vs の関係グラフ(例)



(左)須崎市内の災害時要援護者施設の座標読み取りと住所確認状況(例)

(右)本実証で構築した Web 公開システムでの表示状況(例)

図 5.5 ランドマークデータ座標読み取りおよび表示(例)

表 5.2 タイルパターン

項 目	機 能	処理可能なデータ項目など
タイル関連	タイル生成 ライン3種類 ポリゴン20種類	<ul style="list-style-type: none"> 256×256ピクセル標準タイルの生成 地図のズームは10段階とする 透過度の設定を可能とする ポリライン：地質断面線、(避難路)、(災害時使用不可道路) ポリゴン：最大加速度分布図(2)、計測震度分布図(2)、最大速度分布図(2)、表層地盤卓越周波数分布図(2)、液状化危険度分布図(2)、斜面崩壊危険度分布図、標高段彩図、土石流危険渓流・区域図(2)、急傾斜地崩壊危険箇所図(2)、鉛直1次元地盤柱状体モデル位置図(6次メッシュ、2)、3次元地盤モデル位置図(3次メッシュ)
空間処理関連	2次元 平滑化処理	<ul style="list-style-type: none"> B-spline平滑化法を採用する 対象：最大加速度、計測震度、最大速度、卓越周波数(周期)、液状化危険度判定結果
出力関連		PNG(256×256ピクセル)

5.2. 非選定フィールドにおける実証

非選定フィールドは、選定フィールドを除く全国が対象であり、地盤情報の利活用に関する説明会において、本実証の趣旨説明、協力依頼を行い、地盤情報の収集を実施した。収集結果を表 5.3 に示す。

表 5.3 非選定フィールドにおけるボーリング登録本数

地 区		公開主体	数量	形式	提供内容	リンク先	公開/ 非公開	機械 可読式
全国	47 都道府県	国土交通省 (KuniJiban)	91,243	XML	全て	直接	公開	○
		同上[港湾空港関係]	19,710	PDF	位置情報	トップページ	公開	×
北海道	札幌市他	(公財)地盤工学会北海道支部	12,827	独自	位置情報	直接	非公開	×
北海道	札幌市他	北海道地質調査業協会		PDF	位置情報	直接	非公開	×
青森県								
岩手県								
宮城県								
秋田県								
山形県	県内全域	山形県	122	XML	位置情報		非公開	×
福島県								
茨城県	県内全域	(独)防災科学技術研究所	10,801	XML	位置情報	トップページ	公開	△
	水戸市内	(独)防災科学技術研究所		XML	位置情報			△
栃木県	県内全域	栃木県県土整備部		PDF	×	トップページ	非公開	×
	県内全域	栃木県土木部建築課		PDF	×			×
群馬県	県内全域	(公財)群馬県建設技術センター	6,904	PDF	位置情報	トップページ	非公開	×
埼玉県	県内全域	埼玉県		PDF	×			×
千葉県	県内全域	千葉県環境生活部水質保全課		PDF	×			×
東京都	都内全域	東京都土木技術支援・人材育成センター		PDF	位置情報	トップページ	非公開	×
神奈川県	県内全域	(公財)神奈川県都市整備技術センター		PDF	×			×
	横浜市内	横浜市総務局総務情報支援課		PDF	×			×
	川崎市内	川崎市		PDF	×			×
新潟県	3 県内全域	(社)北陸弘済会		XML/ PDF	位置情報			○
富山県								
石川県								
福井県								
山梨県								
長野県								
岐阜県								
静岡県	県内全域	静岡県	1,421	PDF	×	トップページ	非公開	×
愛知県	県内全域	愛知県	0		×			×
三重県								
	鈴鹿市内	鈴鹿市都市計画課		PDF	×			×
滋賀県	県内全域	(独)防災科学技術研究所	1,225	XML	位置情報	トップページ	非公開	○
滋賀県	県内全域	(独)防災科学技術研究所 (追加分)	150	XML	位置情報	トップページ	非公開	○
京都府								
大阪府								
兵庫県								
奈良県								
和歌山県								
鳥取県								
島根県	県内全域	(組)島根土質技術研究センター	1,558		位置情報	トップページ	非公開	×
岡山県	県内全域	現 GUPI/13 年 4 月以降岡山県			位置情報	トップページ	非公開	×
広島県								
山口県								
徳島県	県内全域	徳島県県土整備部建設管理課	5,575					
香川県								
愛媛県								
高知県	選定フィールド	本実証サイト	(3,245)	XML	全て	直接	公開	○
福岡県	県内全域	地盤工学会九州支部 CD1	6,975	XML	位置情報	トップページ	非公開	○
		地盤工学会九州支部 CD2	2,798	XML	位置情報	トップページ	非公開	○

地 区		公開主体	数量	形式	提供内容	リンク先	公開/ 非公開	機械 可読式
佐賀県	県内全域	地盤工学会九州支部 CD1	1,023	XML	位置情報	トップページ	非公開	○
		地盤工学会九州支部 CD2	1,058	XML	位置情報	トップページ	非公開	○
長崎県	県内全域	(独)防災科学技術研究所	7,970	XML	位置情報	トップページ	非公開	○
		地盤工学会九州支部 CD1	1,847	XML	位置情報	トップページ	非公開	○
		地盤工学会九州支部 CD2	7,119	XML	位置情報	トップページ	非公開	○
熊本県	県内全域	地盤工学会九州支部 CD1	2,451	XML	位置情報	トップページ	非公開	○
		地盤工学会九州支部 CD2	4,034	XML	位置情報	トップページ	非公開	○
大分県	県内全域	地盤工学会九州支部 CD1	783	XML	位置情報	トップページ	非公開	○
		地盤工学会九州支部 CD2	988	XML	位置情報	トップページ	非公開	○
宮崎県	県内全域	地盤工学会九州支部 CD1	926	XML	位置情報	トップページ	非公開	○
		地盤工学会九州支部 CD2	2,637	XML	位置情報	トップページ	非公開	○
鹿児島県	県内全域	(公財)県建設技術センター	1,978	PDF	×	トップページ	非公開	×(○)
		地盤工学会九州支部 CD1	1,972	XML	位置情報	トップページ	非公開	○
		地盤工学会九州支部 CD2	1,336	XML	位置情報	トップページ	非公開	○
沖縄県								
合 計			197,431					

6. 災害予測情報の提供の実証

ボーリングデータ(XML)と土質試験結果一覧表データ(XML)が共通規格の地盤情報データベースとして大量に集約された場合、そのビックデータを二次利用することにより何ができるのか、という大きな課題の解決のために、選定フィールドの災害予測結果を登録する際に使用する各種ツールを開発した。

6.1.1. 地下水位分布データ処理およびメタデータ作成ツールの開発

- ① ボーリングデータの孔内水位データ等から、ArcGIS(汎用 GIS ツール)を使用して地下水位分布図を作成するとともに、「標高ー地下水位」の関係式を求めるツールを開発した。
- ② 本実証では、孔内水位＝地下水位として扱った。一般的に「孔内水位 > 地下水位」となることが多いが、地下水位を求める最大の理由が液状化の判定であるため、孔内水位＝地下水位として扱った。
- ③ 孔内水位を地下水位と見なし、「標高～地下水位」のグラフを描画するとともに、両者の関係式を求めた。値がバラつくことが予想されるため、手動で関係式を変更・確定できる機能を組み込んだ。
- ④ ①～③で求めた標高～地下水位データを使用して、Web-GIS サーバから Web 公開できるように汎用 GIS ツール(ArcGIS)で GIS データ処理を行った。主な処理は、段彩図データの作成とレイヤーの整理・統合である。
- ⑤ Web-GIS サーバで使用する「主題図タイル」は、別途開発した「タイル生成ツール」を使用して本処理により加工された「ShapeFile」から生成した。
- ⑥ ボーリングメタデータ(JibanMetaData)と 6 次メッシュメタデータ(6'MeshMetaData)には、地下水位に関する登録項目が存在するため、それらのメタデータを自動抽出するために使用するメタデータ生成ツールを開発して対処した。

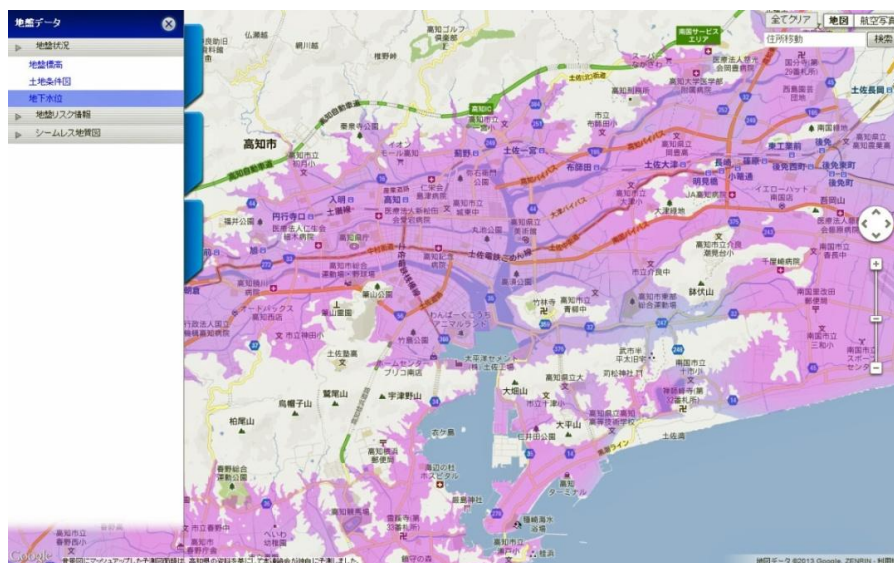


図 6.1 ボーリングデータによる地下水位段彩図

6.1.2. 解放地震基盤地震波形の取り扱い

- ① 二次利用が許可された「高知県モデル」解放基盤波形の保存形式を調査して、本実証で構築した等価線形重複反射法シミュレーションツールで利用できるように処理した。
- ② 基盤波形の空間座標系が「旧日本測地系」の場合には、本実証で採用した「WGS84(世界測地系)」の6次メッシュに直接結び付けられるような座標変換処理も行う。

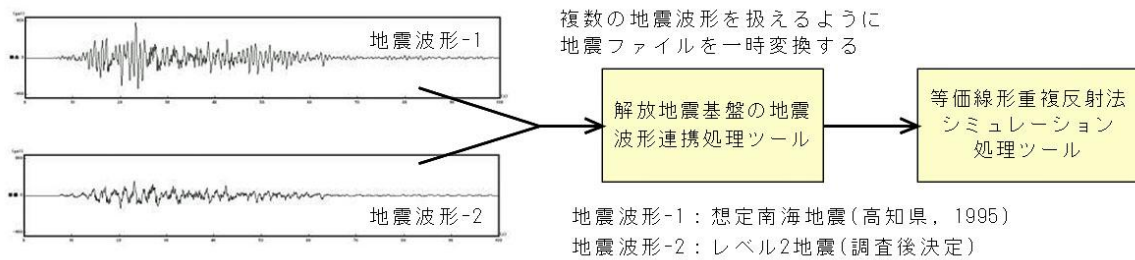
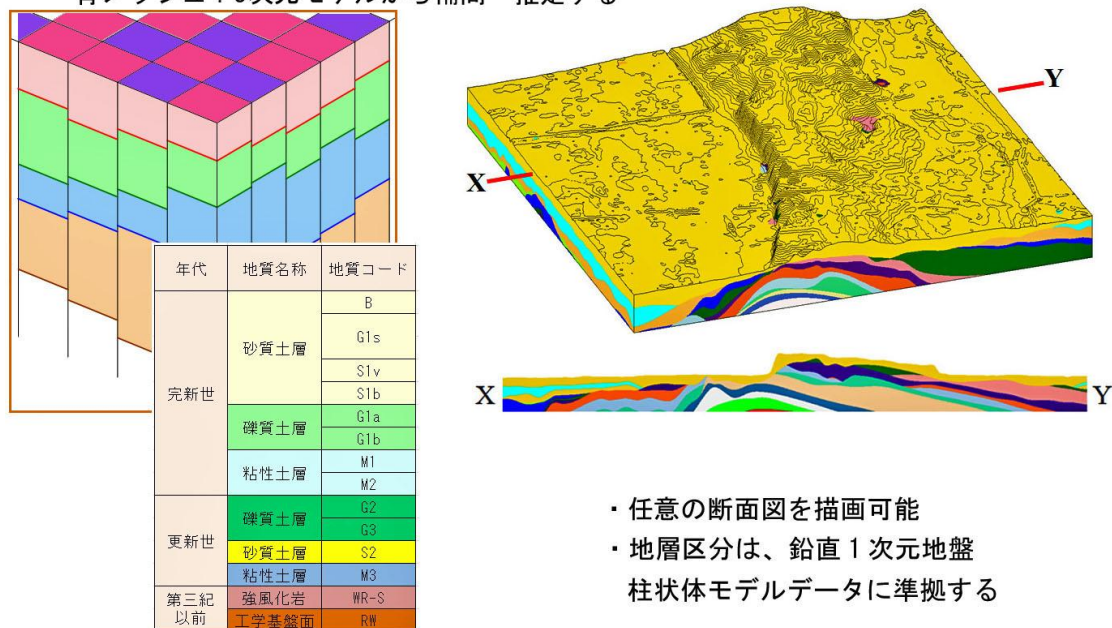


図 6.2 解放地震基盤地震波形の取り扱い(イメージ)

6.1.3. 3次元表層地盤モデル解析方法

- ① ボーリングデータと6次メッシュモデルデータから、工学基盤面、地震基盤面から上位地盤の「3次元表層地盤モデル」を解析する。
- ② 各地層境界面の推定計算法として、升本眞二大阪市立大学教授(日本情報地質学会評議員)他が開発したプログラム「BS-Horizon*」をカスタマイズして実装した。BS-Horizon は「3次B-スプライン関数」と「最適化原理法」を組み合わせた方法である。
- ③ 3次B-スプライン関数による地層境界面の推定計算上の特徴を、以下に略記する。
 - ・ 推定計算における全ての計算を厳密に行うことができる
 - ・ 最適面をDEMだけではなく、関数として保存することができる
 - ・ 高分解能DEMや広範囲DEMなど、格子(メッシュ)数の大きなDEMをオリジナルデータから直接計算できる
- ④ 解析サイズは、広範囲な地盤構造を高精度に推定できる範囲として $5\text{km}^2 \sim 10\text{km}^2$ 程度としたが、公開サイズは3次(通称1km)メッシュにまとめた。
- ④ 6次メッシュモデルのうち、赤色のメッシュはボーリングデータが存在する場合と仮定しており、青色のメッシュはボーリングデータが存在しない場合と仮定している。すなわち、赤色のメッシュの地盤データを使用して対象空間の3D地盤モデルを推定している。これにより、ボーリングの存在しない青色のメッシュ域内の地盤モデルを推定することができる。

赤メッシュ：ボーリングデータが存在する
青メッシュ：3次元モデルから補間・推定する



- ・ 任意の断面図を描画可能
- ・ 地層区分は、鉛直 1 次元地盤柱状体モデルデータに準拠する

※ 野々垣進、升本眞二、塩野清治：3 次 B-スプラインを用いた地層境界面の推定、情報地質、第 19 巻、第 2 号、61-77 頁

図 6.3 3 次元表層地盤モデル解析(イメージ)

6.1.4. 等価線形重複反射法シミュレーション処理・液状化危険度判定処理地震応答

シミュレーション方法

6 次メッシュモデルデータと解放工学基盤の地震波形から、地表の最大加速度、計測震度、最大速度値、卓越周波数(周期)を推定計算し、液状化危険度を判定する処理である。本実証で実施した予測計算方法の主な仕様を表 6.1 に示す。

表 6.1 等価線形重複反射法シミュレーション処理方法他の主な仕様

項 目	詳 細
震源モデル	南海地震(高知県モデル, M8.4)
地震発生モデル	統計的グリーン関数法
工学的基盤層	S波速度値S波速度値が300m/sの地層
基盤波形の特徴	解放基盤波(2E) 波形密度: 1平方kmあたり16個(5次メッシュ)
表層地盤モデル	鉛直1次元地盤柱状体モデル 計算密度: 1平方kmあたり64個(6次地図メッシュ)
表層地盤の地震動応答計算方法	等価線形重複反射計算法(吉田 望、DynEQ)
液状化判定方法	道路橋示方書・同解説(V 耐震設計編)2012/3改訂
斜面の崩壊危険度判定方法	最大加速度, 最大勾配と最小曲率による計算方法(国総研方式)

(1) 地震応答シミュレーションに使用する地震波形：

① 地震動(波形)が発生して地表に伝わる過程には、以下のような各要素が存在する。

図 6.4 は、震源特性(断層モデル)と伝達特性のイメージである。

- ・ 震源特性、伝達特性(伝播経路特性)及びサイト増幅特性(深部地盤サイト増幅特性、浅部地盤サイト増幅特性)
- ・ 地表地震動(波形)は、震源特性 × 伝達特性 × (深部×浅部)サイト増幅特性で計算される。

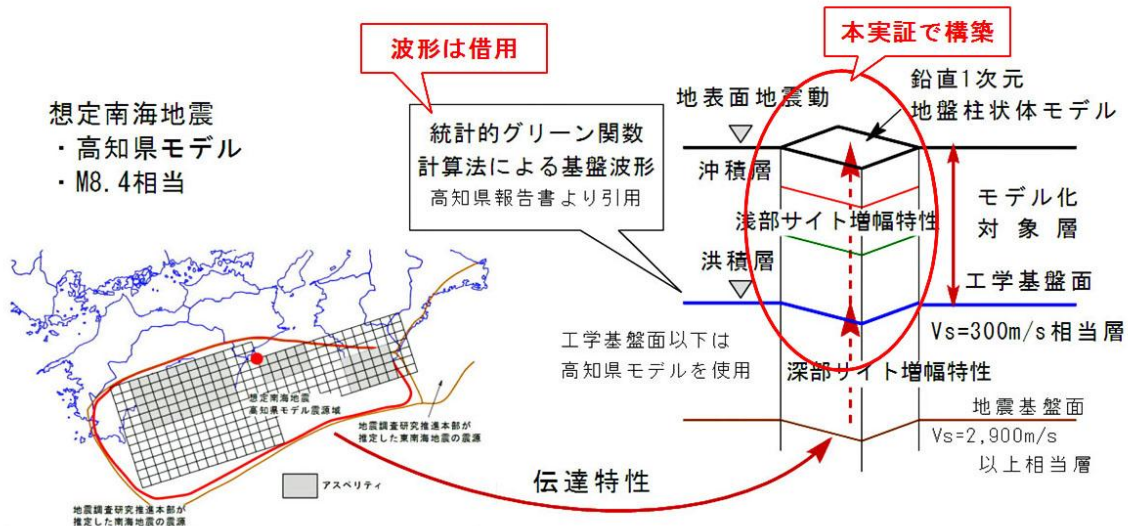


図 6.4 地震動予測計算方法と鉛直1次元地盤柱状体モデル(イメージ)

- ② 想定南海地震の(高知県モデル M8.4)地震動波形には、アスペリティの個数によって「モデルⅠ」と「モデルⅡ」の2種類が存在するが、いずれも「統計的グリーン関数法」によって計算されており、両モデル共に主要動の周波数帯は 0.1Hz～10Hz である。
- ③ 想定南海地震の解放基盤波形は、S 波速度値(Vs)が 300m/s 相当層である工学基盤層での波形として計算されているため、図 6.4 に示した「モデル化対象層」は工学基盤面より上面の「浅部サイト増幅特性」と規定した。
- ④ 前述の「3次元表層地盤モデル解析」によって解析された実際の地盤モデルでは、より深くの地盤まで推定されるケースも想定されるが、本処理の段階で、Vs=300m/s 相当層を判定(抽出)して地震動予測を行った。
- ⑤ 想定南海地震の高知県モデルには、本実証の対象地域は香南市～高知市～黒潮町とかなり広範囲であるため、最低でも香南市付近、高知市、須崎市付近および黒潮町で、それぞれ数箇所程度代表点を選定して両モデル波形を比較・検討し、アスペリティ 3 個の「モデルⅠ」を採用した。

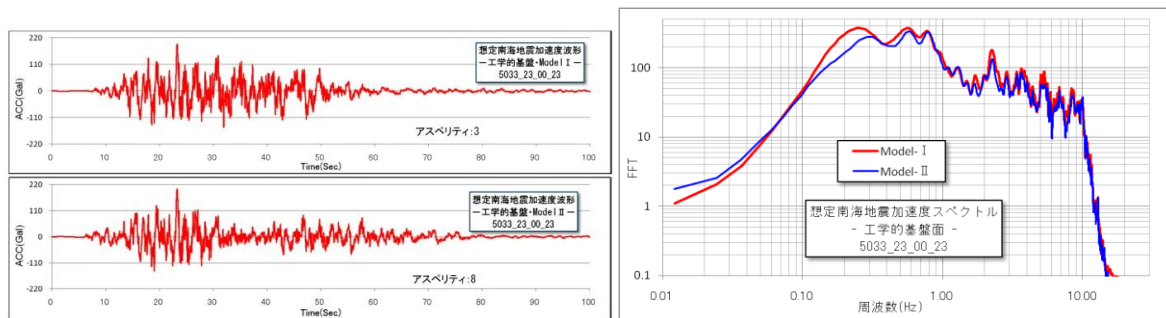


図 6.5 高知県モデルによる工学的基盤面の地震動波形(左)とスペクトル(右)

(2) 地震応答シミュレーション方法

- ① 各 6 次メッシュモデルの工学的基盤面($V_s=300\text{m/s}$)より上位地盤(浅層サイト増幅特性)の地震応答計算は、東北学院大吉田望教授による「DynEQ(等価線形地震応答解析プログラム)」をカスタマイズして行った。なお、DynEQ について、その特徴を以下に略記する。
 - ・ 重複反射理論による厳密解が得られる
 - ・ 複素剛性法による履歴減衰や散乱による減衰が考慮されている
 - ・ 等価線形化手法を用いるとともに、周波数依存性を考慮した非線形性が考慮されている
 - ・ 周波数に依存した減衰(Maxwell 減衰や Voigt 減衰)が考慮されている
 - ・ 各種動的変形特性の実験式を内蔵している
 - ・ 拘束圧依存特性が考慮されている
 - ・ 各種応答値(スペクトル、計測震度など)を計算することができる
- ② 図 6.6 は、地震応答シミュレーション結果であるが、図化に当たっては結果の数値をある程度丸めたり幅を持たせた。
- ③ 図 6.6 は、地震応答シミュレーションについてある程度以上の知識や経験を持った人を対象としている。これは、手法や結果についてセカンドオピニオンができるような処置であるとともに、決して簡易法で予測をしていないという証拠を開示する目的でもある。

地図メッシュコード：5033_2473_241

表層地盤の1次元地盤柱状モデル

順位	地質名	地質記号	S波速度値 (m/s)	湿潤密度 (kgf/cm ³)	非線形特性	概略層厚 (m)	工学 基礎層
1	埋土	B	As	180	1.8	②	1
2	粘性土層	M1	Ac	120	1.7	①	16
3	砂質土層	SIv	As	220	1.5	②	2
4	粘性土層	M2	Ac	160	1.7	①	8
5	砂質土層	SIb	As	210	1.9	②	1
6	粘性土層	M2	Ac	190	1.8	①	2
7	礫質土層	G2	Dg	340	2.1	③	3
8	粘性土層	M3	Dc	240	18.0	①	6
9	礫質土層	G2	Dg	340	21.0	③	18
10	粘性土層	M3	Dc	250	18.0	①	10
11	工学基礎面	RW	700	21.0	-	-	-

地下水位：GL-0m (mで丸め)

地震動他予測結果

最大加速度 (gal)	計測震度	震度階	最大速度 (kine)	表層・卓越 周期(Hz)
800~800	6.0~6.5	震度6強	120~140	1.0~2.0未満

液状化可能性評価

PL値	液状化ランク
0~5	液状化の可能性が低い

注1 S波速度値は「10m/s単位」で丸めた。
 注2 層厚は「1m単位」で丸めたため「概略層厚」と称している。
 0.5m未満、及び工学基礎面は「-」にしてあります。
 注3 工学基礎面の取り扱い方、地震シミュレーションの方法については、解説ページを参照されたい。

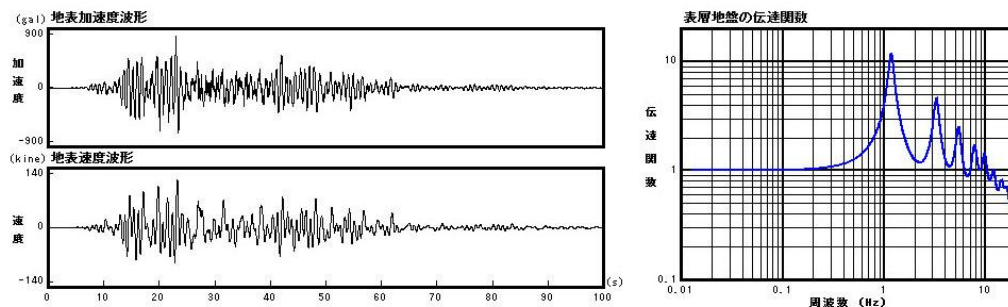


図 6.6 地震応答シミュレーション結果の表示(例)

(3) 液状化危険度判定方法

- ① 液状化危険度の判定法は、「道路橋示方書・同解説(V 耐震設計編)2012/3月版」他に準拠した「PL」法を採用する。図 6.7 に判定方法のフローを示し、以下にその概要を記載する(計算式そのものについては参考文献が出回っているので省略した)。
- ② 本実証で採用した液状化危険度の判定基準を表 6.2 に示す。

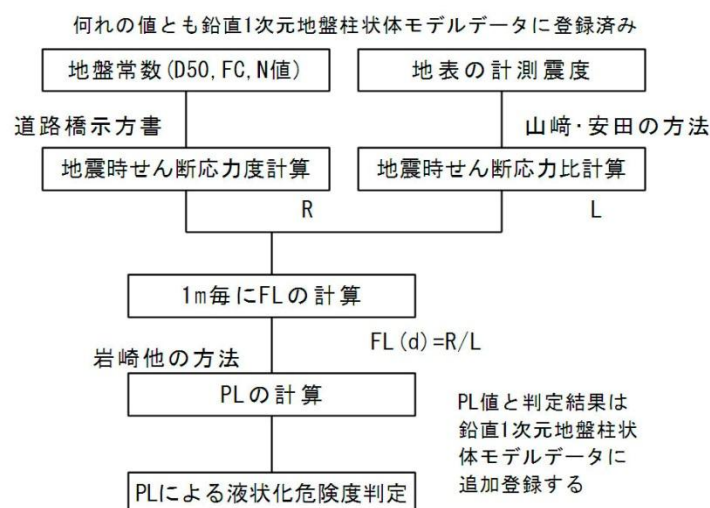


図 6.7 液状化危険度判定方法の判定フロー

表 6.2 液状化危険度の判定基準

PL 値	液 状 化 ラ ン ク
$PL > 15.0$	液状化発生の可能性が高い
$15.0 \geq PL > 5.0$	液状化発生の可能性がある
$5.0 \geq PL > 0.0$	液状化発生の可能性が低い
$PL = 0.0$	液状化発生の可能性が極めて低い

6.1.5. 斜面崩壊危険度危険度判定処理方法

① 高知県土木部が指定した土砂災害警戒区域(急傾斜崩壊地)ごとに斜面崩壊危険度危険度判定処理を行って、危険度を 5 段階程度で判定した。危険度の判定方法は「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):国土技術政策総合研究所資第 511 号、平成 21 年 1 月」に準拠した。

② 地震による斜面崩壊の危険度判定方法(最大加速度法)

- ・ 国土地理院から無償で公開されている「5mDEM データおよび 10mDEM(デジタル標高値)」を使用した。
- ・ 各警戒区域内に存在する全ての標高値(5mDEM と 10mDEM)を GIS ツールを使用して抽出し、計算により「最大斜面勾配」、「最小曲率」を求めた。
- ・ 「最大斜面勾配」と「最小曲率」及び「1 章」で予測した「最大加速度」を使用して、以下の式に代入して判別得点 F を算出した。

$$F = 0.075I - 8.9c + 0.0056A - 3.2$$

ここで、 F : 判別得点

I : 斜面勾配($^{\circ}$)

c : 平均曲率

A : 最大加速度($\text{gal} = \text{cm/s}^2$)

③ 判定結果は、土砂災害警戒区域データ変換処理により生成された実データ(イメージデータの属性値)に追加登録し、Web で公開できるように再変換した。

表 6.3 斜面崩壊危険度の判定基準

危険度	表 現	判別得点
低い	崩壊が起こりにくい	$-3.0 \leq F < -1.5$
↑	崩壊がやや起こりにくい	$-1.5 \leq F < -0.5$
	どちらとも言えない	$-0.5 \leq F < 0.5$
↓	崩壊がやや起こりやすい	$0.5 \leq F < 1.0$
	崩壊が起こりやすい	$1.0 \leq F < 10$
高い	崩壊が起こりやすい	$1.0 \leq F < 10$

注 「どちらとも言えない」は原典では「－」となっている

7. 有識者会合

本実証の内容及び結果について、実証実験に係る有識者会合（以下「実証会合」という。）に適宜報告し、得られた有識者からの意見等を参考にして、本実証で構築したシステム及び実証結果を自己評価した。

また、公開促進ガイド及び二次利用促進ガイドの策定に必要となる事項について、ガイドに係る有識者会合（以下「ガイド会合」という。）に適宜報告し、得られた有識者からの意見等を参考にして、課題等を取りまとめた。

7.1. 実証会合の開催

実証会合は、目的・役割に応じて次の2つの委員会を組織して検討を進めた。

■ 【実証会合】高知「選定フィールド実証」検討委員会：

選定地における実証の進捗管理・効果の検討・検証を目的とする。

■ 【実証会合】地盤情報流通連携基盤システム検討委員会：

本実証で開発・構築するシステムの検討・検証を目的とする。

実証会合は、地盤情報、地質工学、システム関係の有識者及び選定予定自治体関係者等から組織し、その構成員は表 7.1 のとおりである。

実証会合は、請負期間中に計6回開催しており、開催概要を表 7.2 に示す。

表 7.1 実証会合の構成員

	氏名等	所属・役職	備考	会合
委員	中田 慎介	高知工科大学 地域連携機構 地域連携センター長 (総括主査)	学識経験者	
	岡村 真	高知大学 総合研究センター 防災部門 特任教授	学識経験者	K
	永野 正展	高知工科大学 地域連携機構 地域活性化研究室 特任教授	学識経験者	K
	甲斐 芳郎	高知工科大学 大学院工学研究科基盤工学専攻 教授	学識経験者	K
	升本 眞二	大阪市立大学 教授、日本情報地質学会 評議員	学識経験者	S
	越塚 登	YRP ユビキタス・ネットワーキング研究所 副所長	学識経験者	S
	根本 達也	大阪市立大学 講師、日本情報地質学会 評議員	学識経験者	KS
	阿南 修司	(独)土木研究所 地質・地盤研究グループ 上席研究員 (特命事項担当)	学識経験者	KS
	金田 義行	(独)海洋開発研究機構 地震津波防災研究 P リーダー	学識経験者	K
	和田 里絵	(一財)日本建設情報総合センター 建設情報研究所 研究開発部 主任研究員		S
	王寺 秀介	中央開発 (株) 技術センター 技術開発室		S
	北川 尚	高知県 危機管理部 副部長		K
	佐藤 学	高知市 災害対策部 副部長		K
	西原 三登	南国市 危機管理課 課長		K
	原田 辰弥	土佐市 防災対策課 課長		K
	梅原 康司	須崎市 地震・防災課 課長		K
	宮田 稔久	香南市 防災対策課 課長		K
	吉岡 浩一	中土佐町 総務課 課長		K
	松本 敏郎	黒潮町 情報防災課 課長		K
オブザーバー	上野 勝利	徳島大学 准教授		
	梅村 研	総務省 情報流通行政局 情報流通振興課 調査官		
	野尻 英行	総務省 情報流通行政局 情報流通振興課 課長補佐		
	道田 雄治	総務省 四国総合通信局 情報通信部 電気通信事業課 課長		
	岡田 武	経済産業省 商務情報政策局情報プロジェクト室 室長		
	高橋 潔	経済産業省 産業技術環境局知的基盤課 課長補佐		
	岩男 忠明	国土交通省 大臣官房 技術調査課		
	宮本 正司	国土交通省 四国地方整備局 総括防災調整官		
	北村 倫夫	(NPO)ASP・Seas・クラウドコンソーシアム		
事務局	坂森 計則	日本工営(株)		
	中田 文雄	NPO 地盤情報整備活用機構		
	土屋 彰義	(社)全国地質調査業協会連合会		
	山崎 尚明	(株)相愛		
	岡村 洋	(株)地研		
	高見 志津	高知工科大学 地域連携機構 地域活性化研究室		
	安藤 潤	川崎地質 (株)		
	得丸 昌則	(株)ダイヤコンサルタント		
	若林真由美	基礎地盤コンサルタンツ (株)		

会合の種別：K・【実証会合】高知「選定フィールド実証」検討委員会

S・【実証会合】地盤情報流通連携基盤システム検討委員会

表 7.2 実証会合の開催概要

回数	会合名称	日時	場所	主な議題
第1回	第1回 高知「選定フィールド実証」検討委員会	2013年1月22日 (火) 13:30～15:30	高知共済会館 中会議室 (藤の間)	趣旨説明 オープンデータ戦略の概要説明 情報流通連携基盤の地盤情報の実証について
第2回	第1回 地盤情報流通連携基盤システム検討委員会	2013年1月29日 (火) 13:30～15:30	全国地質調査業協会連合会 会議室	趣旨説明 オープンデータ戦略の概要説明 情報流通連携基盤の地盤情報の実証について 地盤情報流通連携基盤システム 地盤情報の標準データ規格(案)
第3回	第2回 地盤情報流通連携基盤システム検討委員会	2013年2月22日 (金) 13:30～15:30	全国地質調査業協会連合会 会議室	地盤情報の標準データ規格(案) 地盤情報流通連携基盤システム β版システムのデモ
第4回	第2回 高知「選定フィールド実証」検討委員会	2013年2月26日 (火) 13:30～15:30	高知共済会館 中会議室 (藤の間)	実証システム構築状況報告 ボーリングデータ・土質試験結果一覧表データの公開ルールについて 二次加工データ、ハザードマップ類の公開ルールについて 高知「選定フィールド実証」に係わるアンケート調査について 平成25年度以降の事業継続について
第5回	第3回 地盤情報流通連携基盤システム検討委員会	2013年3月15日 (金) 13:30～15:30	日本工営(株) 会議室	地盤情報の標準データ規格 地盤情報流通連携基盤システム デモ
第6回	第3回 高知「選定フィールド実証」検討委員会	2013年3月19日 (火) 13:30～15:30	高知共済会館 中会議室 (藤の間)	実証システム構築報告 地盤情報・災害関連情報の利用規約(案) 地盤情報・災害関連情報の公開方法(案) 平成25年度以降の事業継続(案) アンケート調査

7.2. ガイド会合の開催

ガイド会合は、公開促進ガイド及び二次利用促進ガイドを策定する上での意見や助言を得ることを目的として設置した。

ガイド会合は、公開促進ガイド及び二次利用促進ガイドの策定について有益な意見及び助言を行うことができる知見、学識経験等を有する者から組織し、その構成員は表 7.3 のとおりである。また、ガイド会合は、請負期間中に計3回開催しており、開催概要は表 7.4 に示すとおりである。

表 7.3 ガイド会合の構成員

	機関	氏名	役職
主査	東京大学	小島 圭二	名誉教授
副主査	名古屋工業大学 高度防災工学センター	野口 好夫	研究員
	(独) 土木研究所	佐々木 靖人	地質チーム 上席研究員
	(社) 全国地質調査業協会連合会	土屋 彰義	技術顧問
	(独) 防災科学技術研究所	藤原 広行	領域長
	応用地質(株)	原 弘	ジオテクニカルセンター
	国際航業(株)	秋山 泰久	第二技術部 国土情報G室長
	栃木県	丑越 勝也	県土整備部 技術管理課 技師
	滋賀県	石田 勝也	土木交通部監理課技術管理室 主査
	高知県 土木部	藤平 大	土木部防災砂防課長
	静岡県	杉本 直也	企画広報部情報統計局情報政策課 主査
	特定非営利活動法人ASP・SaaS・クラウドコンソーシアム (ASPIC)	河合 輝欣	会長
	総務省情報流通行政局 情報流通振興課	高橋 文昭	課長
オブザーバ	総務省情報流通行政局 情報流通振興課	梅村 研	調査官
オブザーバ	総務省情報流通行政局 情報流通振興課	野尻 英行	課長補佐
オブザーバ	国土交通省 大臣官房 技術調査課	岩男 忠明	課長補佐
事務局	ASPIC	北村 倫夫	執行役員
事務局	ASPIC	久保田 信治	研究員
事務局	ASPIC	岩崎 隆	執行役員

表 7.4 ガイド会合の開催概要

回数	日時	場所	主な議題
第 1 回	平成 25 年 1 月 17 日 (水) 15:00～17:00	金融庁共用第 2 特別会議室	ガイド策定計画について
第 2 回	平成 25 年 2 月 14 日 (水) 15:00～17:00	経済産業省別館 1115 号会議室	ガイド策定の中間報告について
第 3 回	平成 25 年 3 月 21 日 (水) 15:00～17:00	経済産業省別館 1031 号会議室	ガイド策定の最終案について

ガイド会合を通じて、国や地方公共団体等がデータを公開・提供する際に必要となる事項及び地盤情報を活用した事業を発展させていくための方策について検討し、地盤情報の公開と二次利用を促進するためのガイドを策定した。検討に当たっては、ASP・SaaS・クラウド普及促進協議会と連携した。

検討を行った「地盤情報の公開を促進するためのガイド」、「地盤情報の公開・二次利用に関するガイド」の 2 つのガイドの概要を次に示す。

■ 地盤情報の公開を促進するためのガイド

地盤情報の多くを保有・管理している国や地方公共団体等が、自ら保有するボーリングデータ等の地盤情報を電子的に公開する際に、必要となる事項と留意すべき事項等をまとめた地盤情報の公開を促進するためのガイド。

■ 地盤情報の公開・二次利用に関するガイド

利用者が公開された地盤情報を二次利用する際に守るべき事項を示すため、必要となる事項と留意すべき事項等をまとめた地盤情報の二次利用を促進するためのガイド。

7.3. 地盤情報の利活用のための普及活動

本実証で行う地盤情報の収集と二次利用への理解を得るために、地盤情報を利活用するメリット等について、地方公共団体の担当者等に分かりやすく説明する普及活動として、「地盤情報の利活用に関する説明会」を開催した。

説明会の対象者は、国の機関、都道府県及び政令指定市、県庁所在地の市等とし、開催都市は、全 10 箇所とした。