

### 3. 5 長周期地震動予測地図の効果的な普及方策の検討及びコンテンツ作成支援等

#### (1) 研究の内容

##### (a) 研究の題目

長周期地震動予測地図の効果的な普及方策の検討及びコンテンツ作成支援等

##### (b) 担当者

所属機関	役職	氏名
独立行政法人 防災科学技術研究所	総括主任研究員	藤原 広行
独立行政法人 防災科学技術研究所	主任研究員	河合 伸一
独立行政法人 防災科学技術研究所	主任研究員	森川 信之

##### (c) 研究の目的

長周期地震動予測地図及び関連するデータを用いて、長周期地震動をはじめとした地震に関する知識の普及や地震防災意識の高揚等に資するため、子供を含めた一般国民や防災関係者等に広く利活用され、防災・減災に役立つ、わかりやすく使いやすい情報を提供できるシステムを開発する。

#### (2) 平成 22 年度の成果

##### (a) 研究の要約

長周期地震動をはじめとした地震に関する知識の普及や地震防災意識の高揚等に資するため、長周期地震動予測地図データに基づき、地震波伝播の動画、揺れの可視化等を行い、それらの情報をわかりやすく提供可能なシステムを開発した。また、GPS 等により位置情報を入手可能な高性能携帯端末（スマートフォン）を用いて、今いる場所での地震動に関する情報を入手でき、かつ、わかりやすく可視化できるアプリケーションとして、長周期地震動により様々な高さのビルにいる人がどのような揺れに見舞われるかを可視化するアプリケーション「ゆれビル」、実大三次元振動台（E-Defense）の長周期地震動に関する実験映像を紹介するアプリケーション「E-Defense 実験動画」、長周期地震動による時刻歴波形が実際にどのくらいの揺れなのか体験できるゲーム感覚のアプリケーション「波形の達人」を開発した。さらに、「全国地震動予測地図」の公開システムとして開発されてきたWEB版地震ハザードステーション J-SHIS に加え、アプリケーション「J-SHIS」の開発を実施した。

##### (b) 研究の成果

長周期地震動は、遠方で発生した地震動が平野部で振幅を増大する特徴があり、平面的な地図では時間的な地震動発達の様子をわかりやすく示すことができない。単純に最大振幅の大きさで可視化するのではなく、どのように波動が伝搬し、どのような時間に、どのような場所で振幅が大きくなり、いつが危険な状態なのかを時間情報を持つ動画で示すことが有効である。特に、日本における大域的な地形と長周期地震動の波動伝播を重ねることにより平野部における長周期地震動の特徴をよく表すことが出来る。このため、長周期

地震動伝播動画を作成した。

一方で、長周期地震動の波動伝播を可視化するだけでは一般ユーザにとっては「目新しい」だけであり、長周期地震動がユーザに対してどのような影響を及ぼす可能性があるのかを想像するには至らないと考えられる。そこで、近年急速に普及が進んでいるスマートフォンを用いて、ユーザにとって具体的でわかりやすい情報を伝えるためのアプリケーションを開発した。スマートフォンでは、現在いる場所に関する情報を取得し、その場所における情報をネットワークサービスにより取得し、スマートフォン上のアプリケーションにより情報をサービスすることが可能となっている。普及・啓発活動をより効果的に推進するためには、こうした技術革新に合わせ、地震に関する情報をスマートフォン向けにアレンジしていくことが重要であると考えられる。こうした状況を踏まえ、長周期地震動に対する一般ユーザの理解を深めるために、いくつかの主題に合わせてコンテンツの作成を行った。

アプリケーション「ゆれビル」では、ユーザがいる地点をスマートフォンに付属する GPS 受信機の情報により取得し、ユーザの現在位置に近い地点の長周期地震動の時刻歴波形を用いて想定したビルの応答を可視化する事により、今いる場所が長周期地震動によりどのようなになるのか、という問に答えることができるようにした。

アプリケーション「E-Defense 実験動画」では、簡便なビルの応答と合わせて実大三次元振動台 (E-Defense) の長周期地震動に関する実験映像をあわせて紹介することにより、長周期地震動が引き起こす被害についての理解度を向上させることを目指した。

さらに、長周期地震動による時刻歴波形が実際にどのくらいの揺れなのか体験できるゲーム感覚のアプリケーション「波形の達人」の開発も行った。

「全国地震動予測地図」の公開システムとして開発されてきた WEB 版地震ハザードステーション J-SHIS (藤原・他, 2009<sup>1)</sup>) に加え、スマートフォン・アプリケーション「J-SHIS」の開発を実施した。今後、長周期地震動予測地図のコンテンツが充実すれば、本システムから長周期地震動予測地図に関する地点情報を、利活用可能になると期待される。

#### 1) 長周期地震動伝播動画

長周期地震動伝播動画コンテンツとして、想定東海地震、東南海地震、宮城沖地震のシミュレーション波形から三次元的に表現した波動伝播動画の作成を行った。地形を半透過で表現し波動伝播と地形との両方が見やすい形で表現している。本コンテンツは地震ハザードステーション J-SHIS の長周期地震動予測地図コンテンツ内にリンクを貼り、ボタンをクリックすることによりダウンロード及び再生をすることができる。動画ファイル形式は Windows 及び Mac により再生可能なファイル形式として保存した。長周期地震動伝播動画の表示例を、図 3.5.1 に示す。

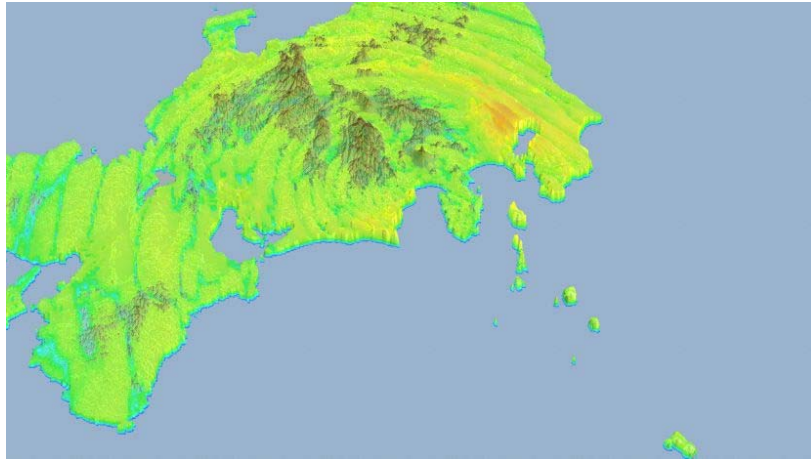


図 3.5.1 長周期地震波動伝播動画の表示例

2) スマートフォン・アプリケーション「ゆれビル」

「ゆれビル」は、長周期地震動により様々な高さのビルにいる人がどのような揺れに見舞われるかを可視化するアプリケーションである。画面を縦にスワイプすることにより様々な高さのビルの揺れを連続的に見ることができる。長周期地震動とその地震により影響がある主要な県庁所在地の地震動を選択することを可能とした。スマートフォン・アプリケーションから J-SHIS の API を呼び出すことにより実現している。

「ゆれビル」を起動すると図に示す[再生する地震・地点の選択]画面が表示される。図 3.5.2 の左側の画面により対象地震を選択すると図 3.5.2 の右側の地点リストが表示される。サービスする地点は選択した長周期地震に対して影響がある都道府県庁が存在するメッシュとしている。



図 3.5.2 「ゆれビル」の[再生する地震・地点の選択]画面の表示例。

「地点の選択」をすると自動的に J-SHIS の API を利用して波形データ（速度時刻歴波

形) をダウンロードする。ダウンロード中画面を図 3.5.3 の左側に示す。ダウンロードが終了すると自動的に波形データを再生しビルの応答を可視化することができる(図 3.5.3 の右側)。



図 3.5.3 「ゆれビル」での波形データダウンロード及びビルの応答の可視化の表示例

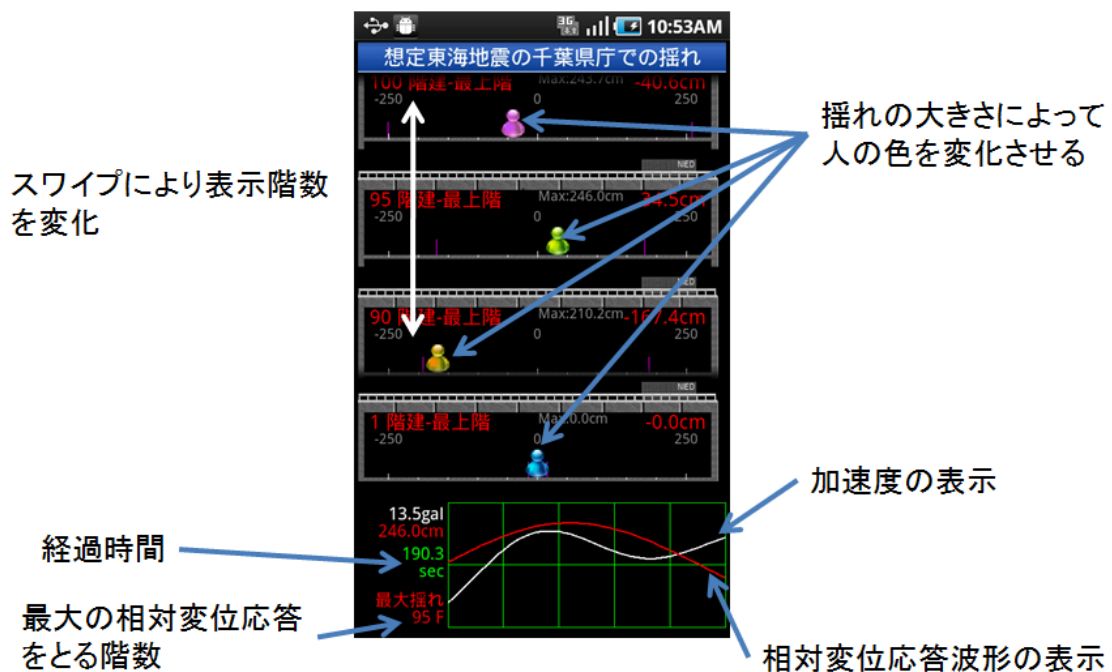


図 3.5.4 「ゆれビル」におけるビルの応答可視化時の画面説明。

ビルの応答可視化時の画面説明を図 3.5.4 に示す。速度波形データは数値的に微分処理をすることにより加速度として表示している。また、この加速度を入力として1階～100階建ビルの応答を簡便に減衰定数、固有周期を仮定することにより相対変位応答波形に換算し、ビル自体の揺れをビル内部にいる人間の移動距離として表現した。ビルの揺れの高さによりビル内部の人間の色を変化させることにより最大値の大きさが感覚としてわかるように可視化を行った。

また、スマートフォンのメニューボタンを押すことによりアプリケーションメニューを表示し再生速度や「E-defense 実験動画」の呼び出しができるようにしている。

### 3) スマートフォン・アプリケーション「E-Defense 実験動画」

現在、防災科学技術研究所では E-Defense 実験結果等を Youtube 内の防災科研チャンネルに動画コンテンツとして公開している。本コンテンツをスマートフォンにより簡便に呼び出すアプリケーションの開発を行った。本機能は、上記で示した「ゆれビル」から呼び出すことができる。呼び出し後の画面遷移を図 3.5.5 に示す。



YouTubeサイトからユーザ「C2010NIED」の動画リストを取得し、リスト化する

図 3.5.5 「E-Defense 実験動画」の表示例。

### 4) スマートフォン・アプリケーション「波形の達人」

「波形の達人」は、長周期地震動の揺れをスマートフォン画面上で再生して、スマートフォンを波形に合わせるように動かしてフィッティングの度合いをスコアにするゲームアプリケーションである。スマートフォンが内蔵する加速度計を利用して開発している。「波形の達人」により、実際の長周期地震動がどのような揺れなのかをスマートフォンを揺らすことにより体験することができる。

「波形の達人」を起動すると[ステージ選択]により長周期地震動の選択を行う。現在、宮城県沖地震、想定東海地震、東南海地震を選択することができる。ステージ選択画面を図 3.5.6 に示す。本画面で再生する長周期地震動の成分 (NS、EW、UD) を選択する。

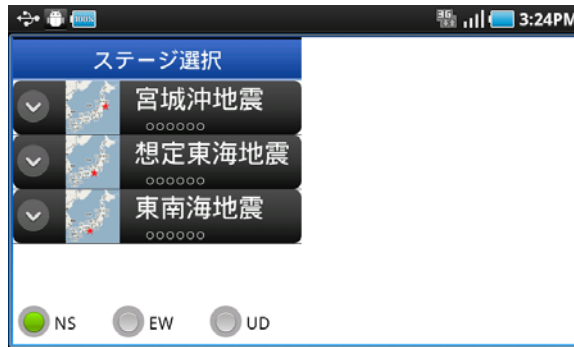


図 3.5.6 「波形の達人」ステージ選択。

[ステージ選択]で長周期地震動を選択すると地点の選択をする画面が一覧表示される。地点選択一覧画面を図 3.5.7 に示す。



図 3.5.7 地点選択一欄画面

長周期地震動と地点を選択すると J-SHIS の API を呼び出し、サーバから波形データのダウンロードを実施し、画面に波形の表示を行う。波形表示例を図 3.5.8 に示す。

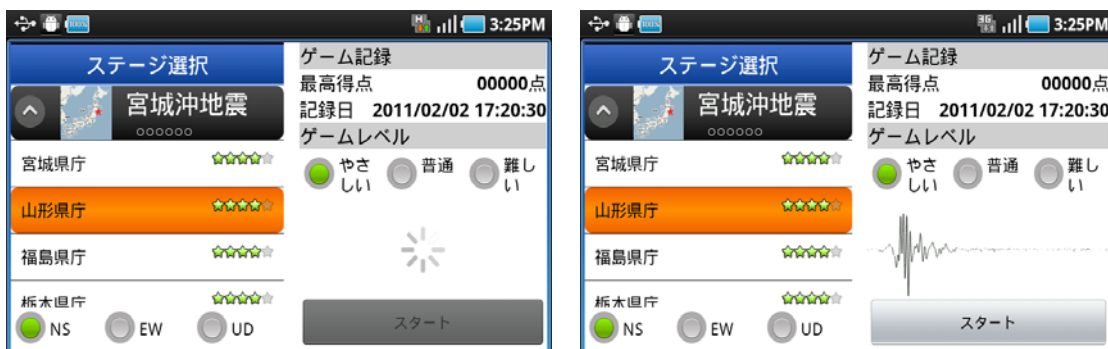


図 3.5.8 波形データの表示

ゲームレベルを「やさしい」、「普通」、「難しい」の 3 段階から選択することができる。難易度は波形データの短周期成分の量により決定している。ゲームレベルを変更すると表示画面の波形画像も変更される。「難しい」を選択したときの表示例を図 3.5.9 に示す。



図 3.5.9 ゲームレベル「難しい」の表示例。

[スタート]ボタンをタップすることによりゲームを実行する。ゲームが実行されると緑の十字線と十字線の縦線上を移動する緑色の円が表示される。緑色の円はスマートフォン内部の加速度計の出力を可視化したものである。スマートフォンを傾けるとそれに伴い緑色の円も上下に移動する。横線は時間を表し、縦線との交点が現在時刻を表している。

長周期地震動波形は、画面右から移動してくる。波形上に配置された白い円と緑色の円を重ねるようにスマートフォンを傾け、円が重なると点数が加算される。重なり程度により点数がかわり高得点側から「赤」「黄」「灰色」に表示される。ゲームの実行中の画面の例を、図 3.5.10 示す。

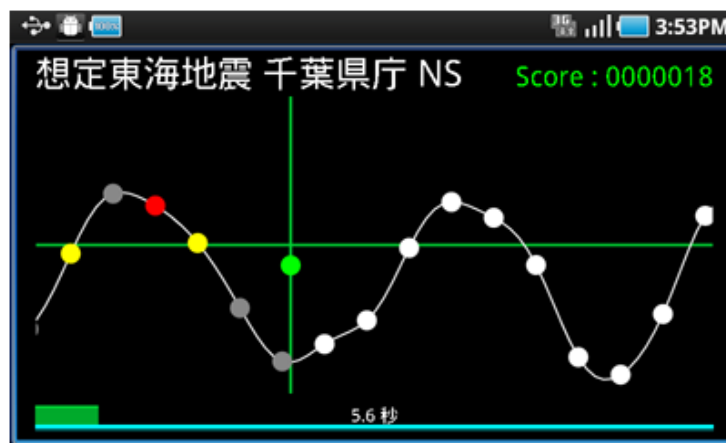


図 3.5.10 実行中の画面例。

#### 5) スマートフォン・アプリケーション「J-SHIS」

アプリケーション「J-SHIS」は、防災科学技術研究所が公開している地震ハザードステーション J-SHIS の機能の一部を、スマートフォン上で実現したアプリケーションである。Google Maps™と地震動予測地図を重ねあわせ表示することができる。スマートフォンに搭載された GPS を用いて、現在自分のいる位置に移動し、周辺の地震動予測地図を表示する機能を有している。また、任意の場所における地点情報、表層地盤情報、深部地盤情報を表示することも可能となっている。スマートフォン・アプリケーション「J-SHIS」から防



災科研で運用中の J-SHIS の API を呼び出すことにより実現している。

「J-SHIS」を起動すると、図 3.5.11 に示すように、日本全国を覆う範囲で Google Maps と全国地震動予測地図に含まれる確率論的地震動予測地図（30 年で震度 6 弱以上となる確率）が、重ねて表示される。

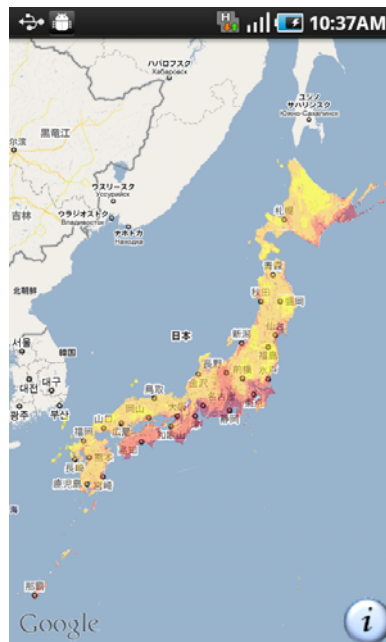



図 3.5.11 「J-SHIS」の起動画面。

画面の右下にある  ボタンを押すことにより、表示中の地図情報に対する凡例を表示することができる。凡例を図 3.5.12 に示す。

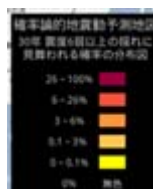


図 3.5.12 凡例の例。



メニューに示された機能を選択することにより、下記の機能を実行することができる。

a) 現在地への移動

[現在地]メニューを選択することにより GPS 位置情報により地図を現在位置を地図の中心となるように移動する。表示例を図 3.5.13 に示す。



図 3.5.13 現在位置の表示の例。

b) 場所を検索

[場所を検索]メニューを選択することにより、入力画面に入力した場所名を検索し、選択した検索結果を中心とする地図表示に変更する。表示例を図 3.5.14 に示す。



場所入力画面

検索結果表示

図 3.5.14 場所検索画面の表示例。

c) 背景地図選択

[背景地図選択]メニューを選択することにより、背景の地図を衛星画像もしくは一般地図に切り替えることができる。メニューを選択すると、[背景地図の選択]画面が表示される。本画面内から「地図」または「航空写真+地図」を選択することにより背景地図を変更することができる。それぞれの背景地図を選択した場合の表示例を図 3.5.15 示す。

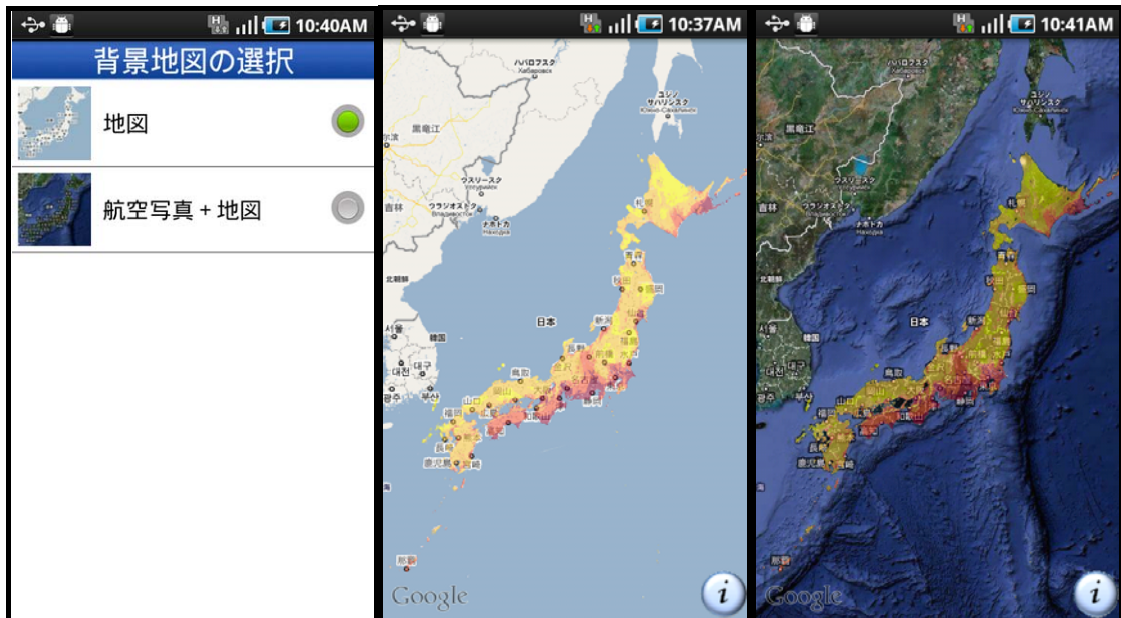


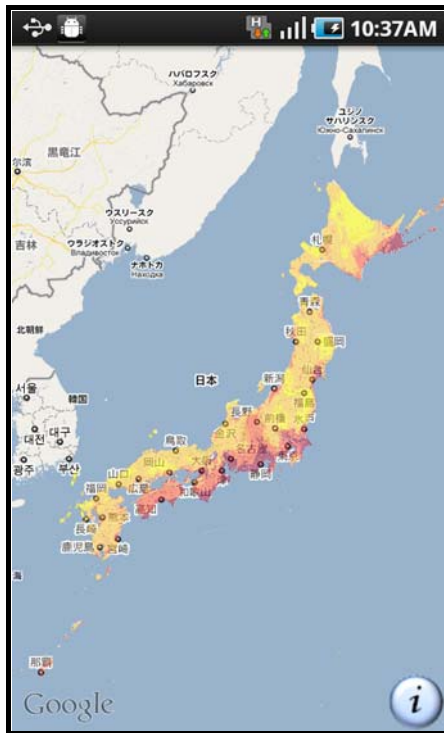
図 3.5.15 背景地図選択の画面の表示例。

d) 各種地図の選択

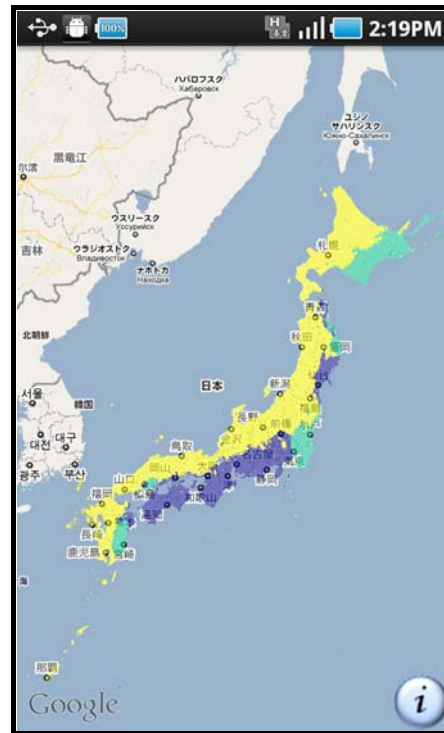
[J-SHIS 地図選択]メニュー (図 3.5.16) を選択することにより、全国地震動予測地図の確率論的地震動予測地図 (30 年で震度 6 弱以上となる確率)、影響度地図 (震度 6 弱以上)、表層地盤地図、深部地盤地図を表示することができる (図 3.5.17)。



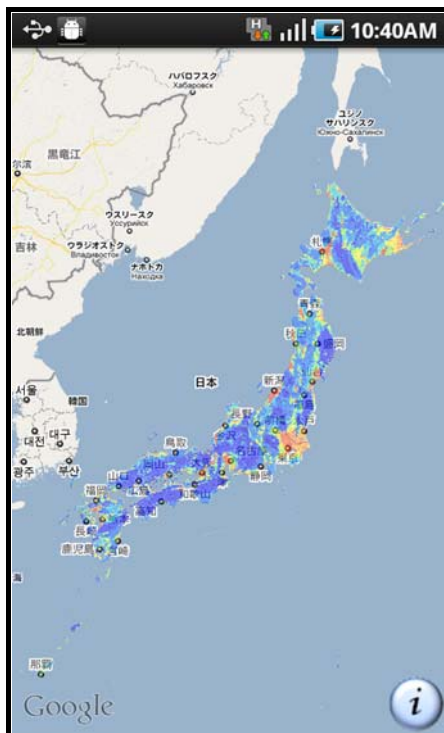
図 3.5.16 地図の選択の画面の表示例。



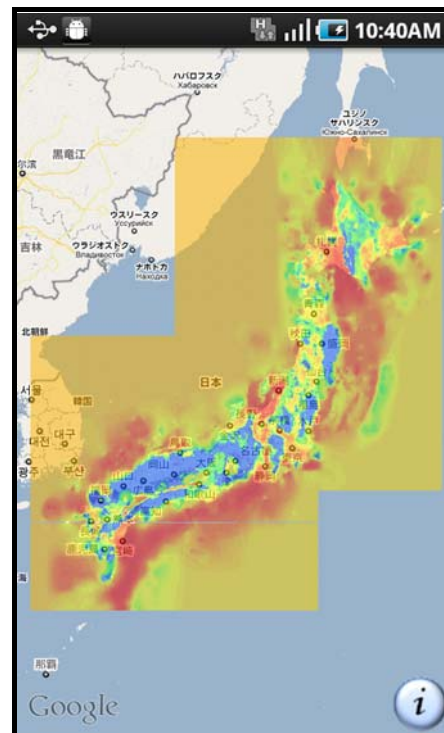
確率論的地震動予測地図



影響度地図



表層地盤地図



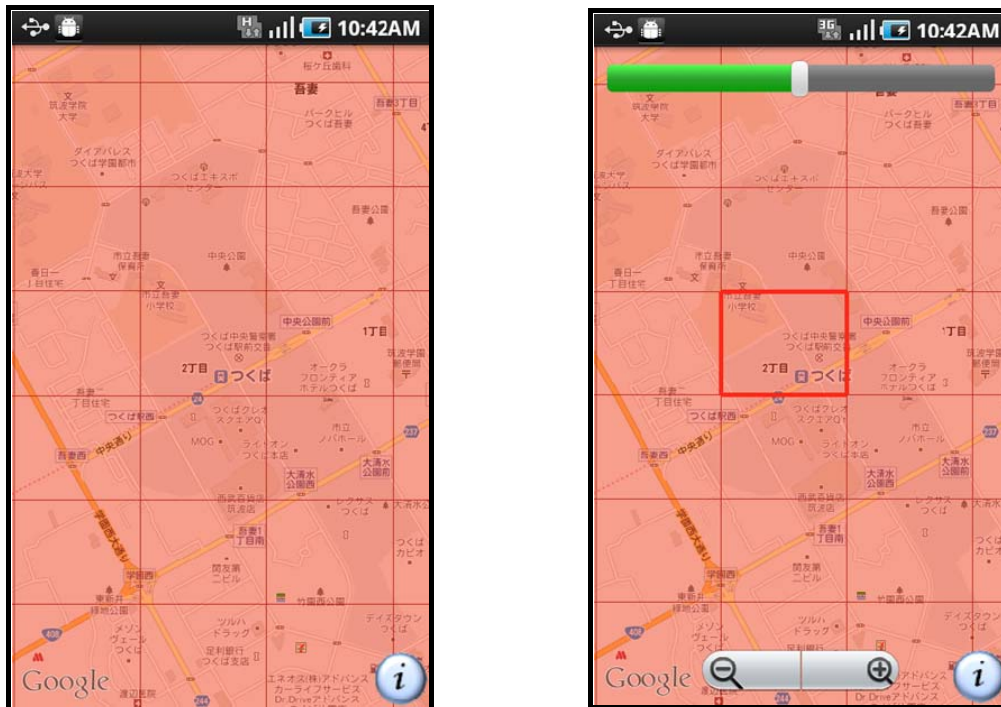
深部地盤地図

図 3.5.17 「J-SHIS」による各種地図の表示例。

e) 地点情報の表示

地図を拡大すると、約 250m メッシュの格子が表示される。表示されたメッシュをシン

グルタップすると1つのメッシュが選択される(図3.5.18)。



メッシュ表示

1つのメッシュの選択

図3.5.18 メッシュの表示と選択の表示例。

選択されたメッシュをダブルタップすることにより、指定したメッシュに対する地点情報を表示することができる。表示例を図3.5.19～図3.5.24に示す。

地点情報の深部地盤モデルの柱状図は、図3.5.25に示すように、画面を縦にスワイプすることにより柱状図の深さ方向に対して拡大・縮小をすることができる。

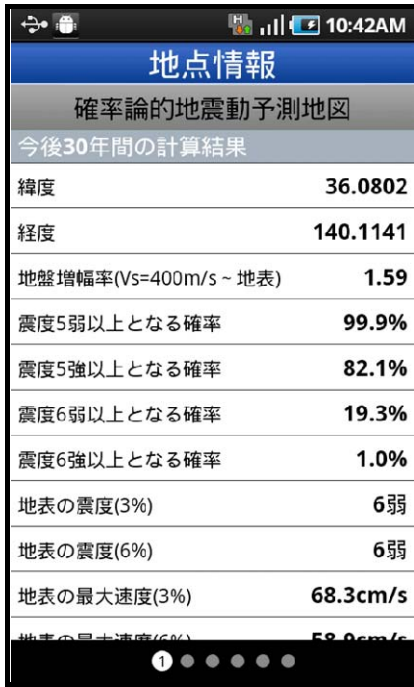


図 3. 5. 19 確率論的ハザード情報。

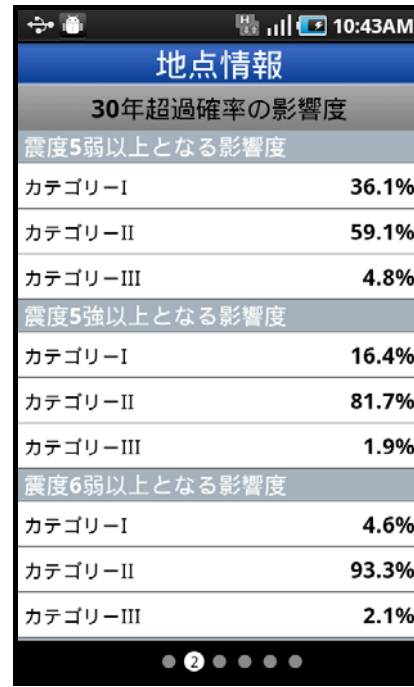


図 3. 5. 20 影響度情報。



図 3. 5. 21 表層地盤情報。

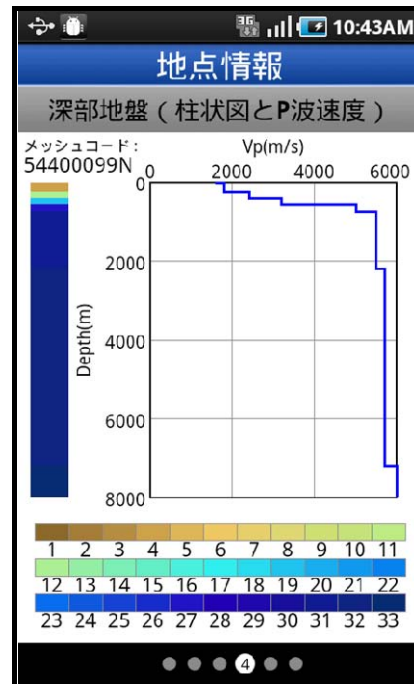


図 3. 5. 22 深部地盤 (P 波速度)。



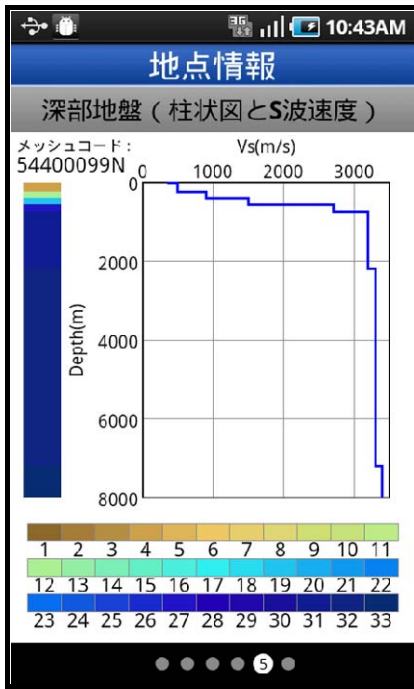


図 3.5.23 深部地盤 (S波速度)。

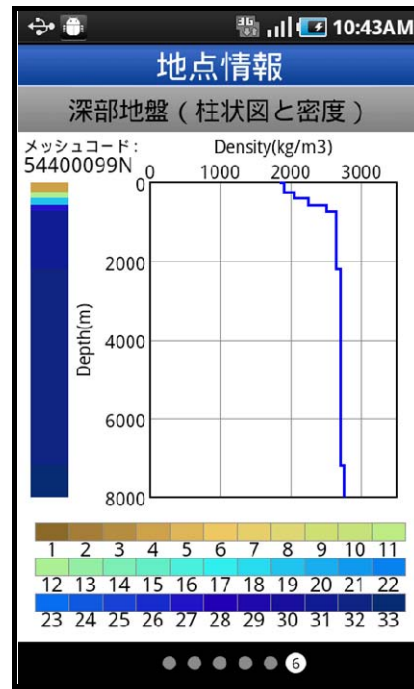


図 3.5.24 深部地盤 (密度)。

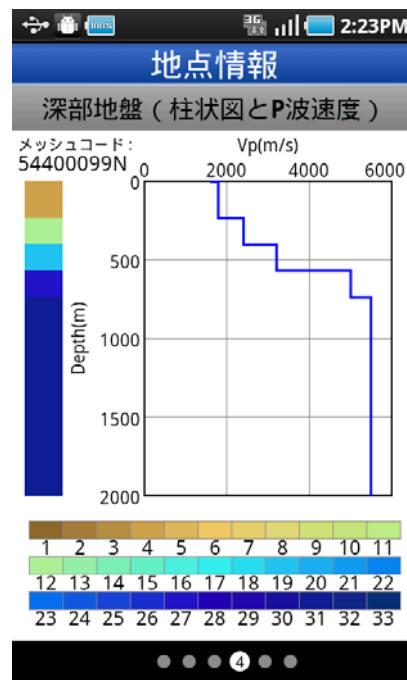
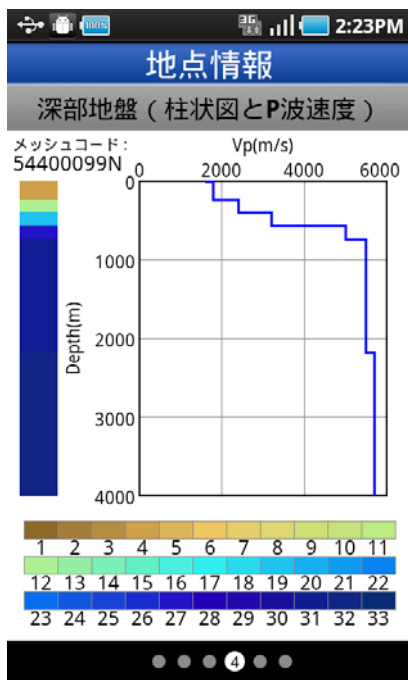


図 3.5.25 深部地盤モデルの拡大表示の例。

(c) 結論ならびに今後の課題

地震ハザードステーション J-SHIS の機能拡張として、長周期地震動に関する三次元波動伝播動画を含むコンテンツを提供可能とすると共に、長周期地震動の理解を深めるためのスマートフォン・アプリケーション「ゆれビル」、「E-Defense 実験動画」、「波形の達人」及び「J-SHIS」の開発を実施した。

今後は、アプリケーション開発者が自由に長周期地震動予測地図データをサービスとして利用出来るような API (アプリケーション・インターフェイス) や、ユーザから提供される情報をもとにリスク評価をする API を作成し、より多くの人々が長周期地震動予測地図をベースにしたコンテンツを自由に展開できる仕組みが必要になると考えられる。

今回の開発では、いくつかのアプリケーションにより長周期地震動情報を可視化するものを作成したが、スマートフォン版「J-SHIS」から興味の対象となる地点を選択し、その場所におけるリスクを様々なアプリケーションで表現することが必要になると考えられる。今回開発したアプリケーションを「J-SHIS」を中心にして、位置情報とその地点情報によりアプリケーションを連携させていく仕組みを構築することが今後の課題である。その際、アプリケーションを独自に開発するだけではなく、既存のスマートフォン・アプリケーションを呼び出して利用出来るようにすることも重要である。例えば、「J-SHIS」を使っているユーザがなんらかの感想を持ったときに、その感想を「つぶやき」として Twitter や Facebook などに投稿する機能を開発することなどが考えられる。莫大な利用者が存在する SNS に対するフィードバックをもつアプリケーションを開発することにより、より多くの人々が関心を持ち、長周期地震動予測地図、全国地震動予測地図に関する理解が深まり、防災意識の向上につながることを期待される。

(d) 引用文献

1) 藤原広行, 河合伸一, 青井真, 森川信之, 先名重樹, 工藤暢章, 大井昌弘, はお憲生, 若松加寿江, 石川裕, 奥村俊彦, 石井透, 松島信一, 早川謙, 遠山信彦, 成田章:「全国地震動予測地図」作成手法の検討, 防災科学技術研究所研究資料, 第 336 号, 2009.