

拡張現実技術を用いたハザードマップ可視化 アプリの開発に向けた基礎検討

君塚 遼¹・丸山 喜久²

¹学生会員 千葉大学博士前期課程 大学院融合理工学府 (〒263-8522 千葉県千葉市稲毛区弥生町 1-33)
E-mail: ryo.kimizuka@chiba-u.jp

²正会員 千葉大学准教授 大学院工学研究院 (〒263-8522 千葉県千葉市稲毛区弥生町 1-33)
E-mail: ymaruyam@faculty.chiba-u.jp

東北地方太平洋沖地震を契機として、ハード面の防災対策だけで対応できない甚大な自然災害に対して、ソフト面の防災対策の重要性が高まっている。ソフト面の防災施策の1つとして、ハザードマップが挙げられる。自然災害に対する意識の高い住民によって、ハザードマップの認知度が高まってきている一方で、ハザードマップが避難行動に繋がっていない現状もある。災害発生時の避難行動に役立たせるため、ハザードマップに関する改善を検討し、ソフト面での防災を強化する必要があると考える。そこで本研究では、拡張現実を利用したハザードマップの可視化に関して検討し、スマートフォンアプリケーションの開発を行った。

Key Words: *Tsunami hazard map, augmented reality, smartphone application*

1. はじめに

2011年3月に発生した東北地方太平洋沖地震では、東北地方から関東地方までに至る広い地域が被害を受けた。特に太平洋沖沿岸では津波による甚大な被害が生じた¹⁾。防潮堤などのハード面の防災対策が重要なのは言うまでもないが、想定以上の災害にはハード対策だけでは限界がある。そうした状況から、ハード面だけに頼らず、防災訓練や災害情報伝達などのソフト面の防災が近年注目されている。その中の防災施策のひとつとしてハザードマップが挙げられる。ソフト面での防災が有効に活用されるには、住民が十分にその内容を理解することが肝要である。

2018年1月に発表された防災に関する世論調査²⁾によると、災害に関して参考となる情報として「国や地方公共団体などが公表している災害箇所を示した地図(ハザードマップなど)」を挙げた者の割合が48.2%を占めている(図-1)。これは、「災害報道(59.1%)」の次に高い割合であり、ハザードマップを自然災害に関する参考情報として捉えている人の割合は高い。また、2010年1月に発表された防災に関する特別世論調査³⁾によると、ハザードマップの活用状況として、「ハザードマッ

プを確認したことがある」と回答した者が31.2%にとどまっていた。これら2時期の世論調査の結果を比べると、ハザードマップの認知度が高まっていることが分かる。これには、自然災害が近年頻発していることが強く影響しているものと思われる。

2015年9月関東・東北豪雨で茨城県常総市の鬼怒川の堤防が決壊した際に発生した洪水では、実際の浸水状況がハザードマップで予想された浸水範囲とほぼ一致したことが分かっている。しかし、多くの住民が逃げ遅れ一時的に孤立した⁴⁾。東北地方太平洋沖地震を契機として、ハザードマップの認知度は高まっているものと考えられるが、必ずしも避難行動に繋がっていないことがわかる。中央大学河川・水文研究室のヒアリング調査⁵⁾によると、実際に自宅が浸水被害にあった住民の中で、自宅が浸水する前に「自宅は浸水すると思った」と回答した住民は17.1%であった。その理由として、「ハザードマップで浸水する可能性がある地域となっていた」を挙げる住民の割合は0%であった。一方で、「自宅の浸水を経験している」、「テレビの堤防決壊の映像を見るとかなり氾濫していた」、「直前の自宅周辺の様子」を自宅が浸水すると思った理由として挙げる住民の割合はいずれも15%以上であった(図-2)。

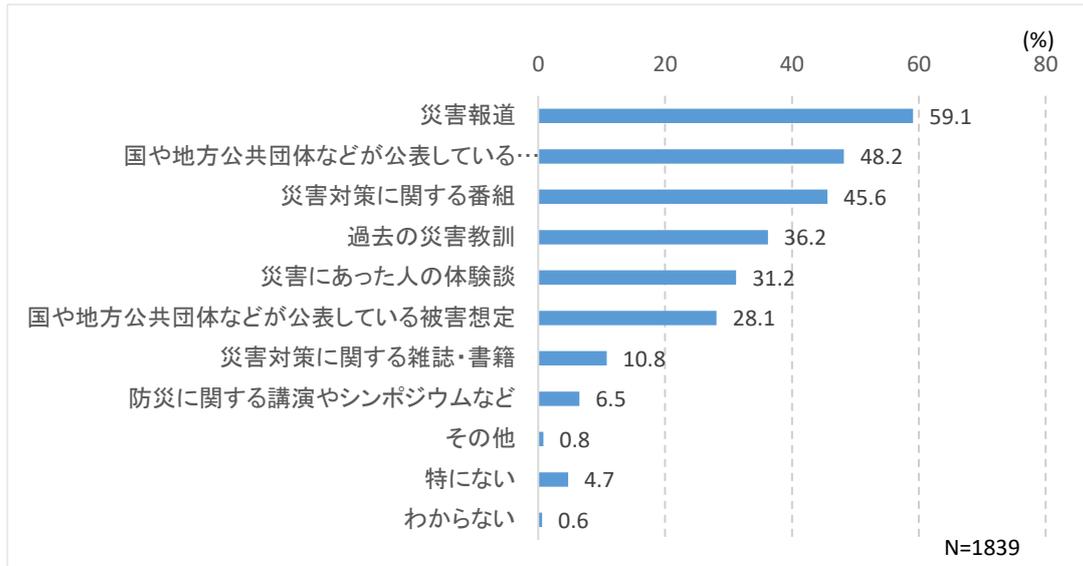


図-1 防災に関する世論調査での災害に関して参考となる情報の回答結果

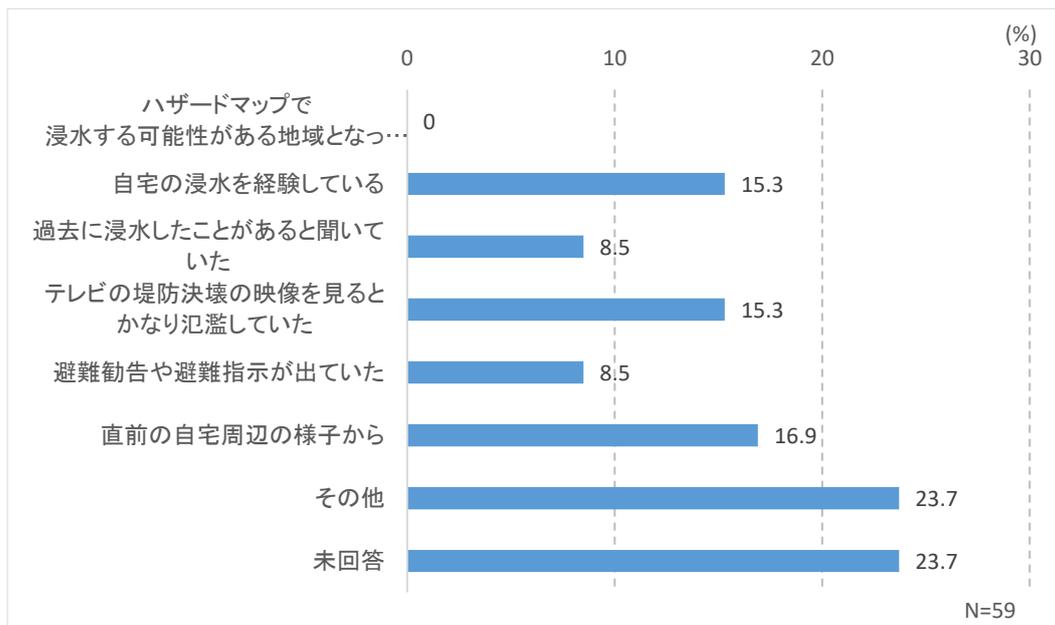


図-2 中央大学河川・水文研究室のヒアリング調査に基づく関東・東北豪雨で浸水の危険性を知った理由

このような調査結果を踏まえると、災害時の避難行動の一助となるため、ハザードマップの理解を促すような可視化について検討する必要があると考える。現状のハザードマップの情報を身近なデバイスで分かりやすく可視化することは、ソフト面の防災対策の一つとして重要である。そのためハザードマップの新しい表示方法を模索することが必要と考えた。前述の豪雨時のヒアリング

調査にあったように、浸水の状況を自分の目で確認することなどの視覚的な情報から自宅の浸水を察知する住民が多いため、視覚的な情報は避難行動を促すのに有効と考えられる。そこで本研究は、拡張現実技術によってハザードマップを可視化するスマートフォンアプリを構築することを目的とする。

2. スマートフォンアプリの構成

本研究では、Android OS を搭載したスマートフォン等の端末を対象にアプリケーション開発を行った。また、本研究のアプリケーションでは、サーバーとの連携によりデータを取得するシステム構成をとった。この構成は、データを端末内に格納するシステム構成に比べて、データ量の制限がなくなり情報の詳細度を制限する必要がなくなるというメリットがある。

本研究は、津波による浸水ハザードマップを可視化することを検討する。ハザードマップで表示している情報の中から津波浸水時の予想水位の表示と避難場所の位置情報に焦点を当てて可視化を行った。浸水時の予想水位のデータについては、著者らが管理する千葉大学のサーバー上にデータベースを作成した。避難場所の位置情報については、国土地理院サーバー内の地理院タイルのうち指定緊急避難場所のデータ⁶⁾を取得する構成とした。

図-3 にデータ取得のためのサーバー構成を示す。

本研究では、アプリケーションとサーバーとの連携を行うためにウェブ API (Application Programming Interface)

を作成した。ウェブ API は、ウェブサービスをプログラミングによって操作するための方法である。本研究では、2つのウェブ API を作成した。浸水深 API は、指定した位置の浸水深さの値を取得するウェブ API である。データリスト API は、サーバー上のデータベースに保存されているデータリストを取得するウェブ API である。

本研究のアプリケーションでは拡張現実 (AR : Augmented Reality) を利用している。拡張現実とは、現実空間にコンピュータによって作り出された情報を重ねて付加する技術である。本研究のアプリケーションでは浸水情報などをこの拡張現実を利用して表示している。

3. 浸水深 API の作成

本アプリケーションでは、サーバーとの連携を取りデータを取得するというシステム構成をとった。そのため、指定した位置の浸水深の値を取得するウェブ API である「浸水深 API」を作成した。ウェブサイトやプログラムから本 API に各パラメータを指定しアクセスすることで、

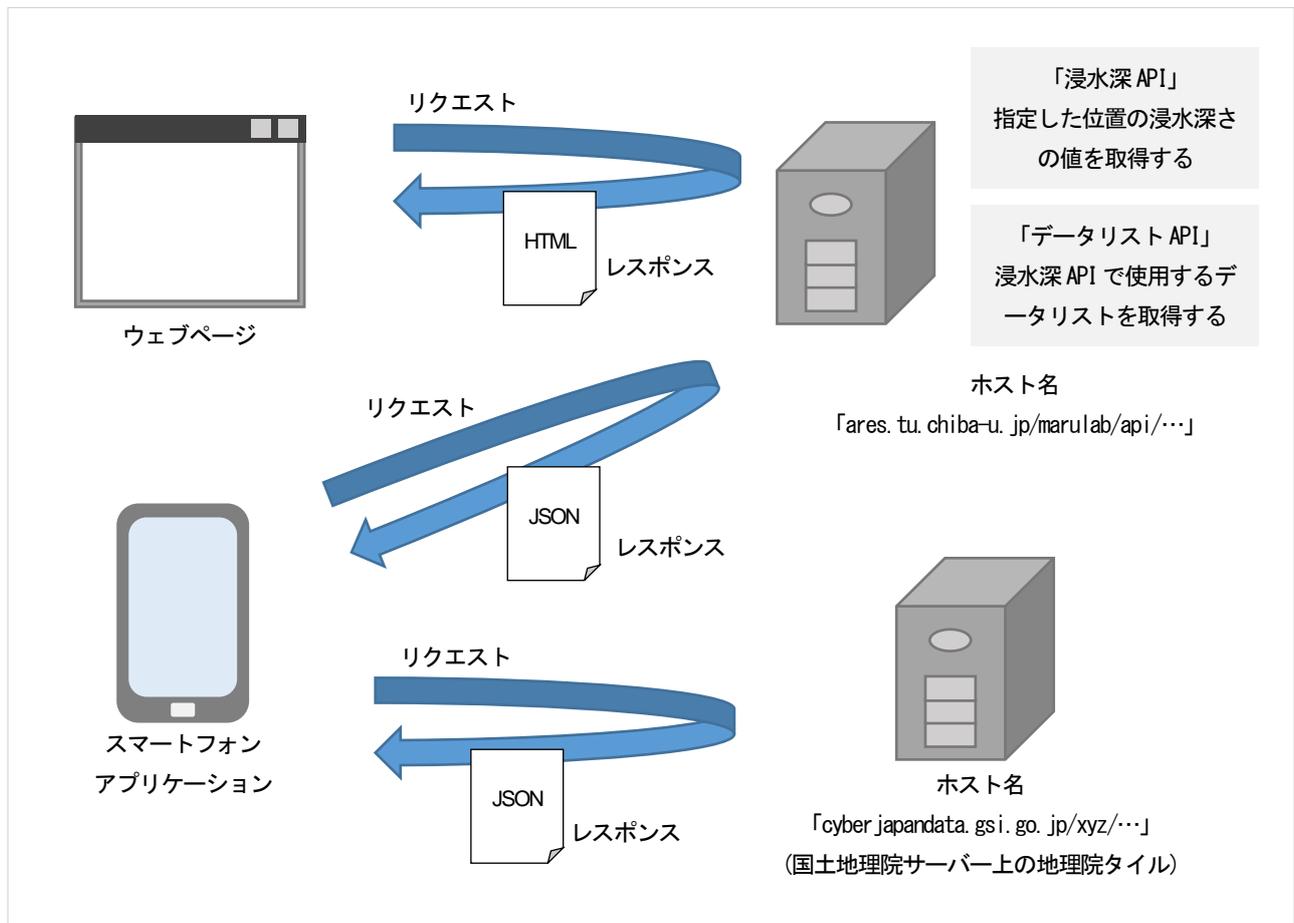


図-3 ハザードマップの可視化に向けたデータ取得のためのサーバー構成

サーバー上に格納されている浸水深さなどの値を取得することができる。また、本 API は国土交通省国土地理院が試験公開している標高 API⁷⁾を参考に作成した。

(1) 浸水深 API の構成

次の 2 つの URL にアクセスし、浸水深データを取得する (表-1)。

a) データリストの取得

表-1 の a の URL でデータリストを取得することができる。インプットパラメータを指定することで HTML 形式か JSON 形式を選択することができる (表-2)。HTML 形式を選択した場合には、ウェブページで見やすいテーブル形式で表示することができる。JSON 形式を選択した場合には、アウトプットパラメータとして表-3 のようにデータごとに 5 項目の値を取得することができる。このうち、“dataname”を表-1b の URL のインプットパラメータに利用することで浸水深データを取得することができる。

b) 浸水深の取得

表-1b の URL で、ある地点の浸水深を取得することができる。このためにはインプットパラメータを指定する必要がある、それは緯度、経度、アウトプットの形式、データの指定の 4 つである。表-1a の URL で取得した“dataname”を用いて、データを指定することができる。アウトプットの形式については HTML 形式と JSON 形式を選択することができる。JSON 形式を選択した場合には、アウトプットパラメータとして浸水深とデータのメッシュ間隔を取得することができる。指定した地点にデータがない場合には、浸水深さが“-99.99”として取得される。また、指定した地点にデータが存在するか否かの判定は、その地点から一番近いデータがメッシュ間隔以上離れているかどうかで判断している。表-4 にインプットパラメータ、表-5 にアウトプットパラメータを示す。

表-1 浸水深を取得するための URL

	URL
a	http://ares.tu.chiba-u.jp/marulab/api/getdatalist.php?<パラメータ>
b	http://ares.tu.chiba-u.jp/marulab/api/getinundation.php?<パラメータ>

表-2 データリストの取得のためのインプットパラメータ

インプットパラメータ	意味	備考	パラメータの指定について
outtype	表示の形式	ウェブアクセス時、HTML 形式でテーブル表時する場合に HTML を指定	指定なしの場合、JSON が指定される

表-3 データリストを JSON 形式で取得したのときのアウトプットパラメータ

アウトプットパラメータ	意味	備考
id	通し番号	
dataname	データ名	b)のインプットパラメータで入力することでデータを指定できる
accuracy	メッシュ間隔	おおよそのメッシュデータの間の間隔 (単位 : m)
name	災害名称	
comment	コメント	

表-4 浸水深の取得のためのインプットパラメータ

インプットパラメータ	意味	備考	パラメータの指定について
lon	経度	度の 10 進法で指定	必ず指定
lat	緯度	度の 10 進法で指定	必ず指定
outtype	アウトプットの形式	現在は出力が JSON 形式のみのため、JSON を指定	指定なしの場合、JSON が指定される
dataname	データの指定	表-3 の dataname に対応	必ず指定

表-5 浸水深を JSON 形式で取得したのときのアウトプットパラメータ

アウトプットパラメータ	意味	備考
depth	浸水深 (m)	データのない場合は「-99.99」という文字列を返します
accuracy	メッシュ間隔 (m)	おおよそのメッシュデータの間の間隔 (単位 : m)

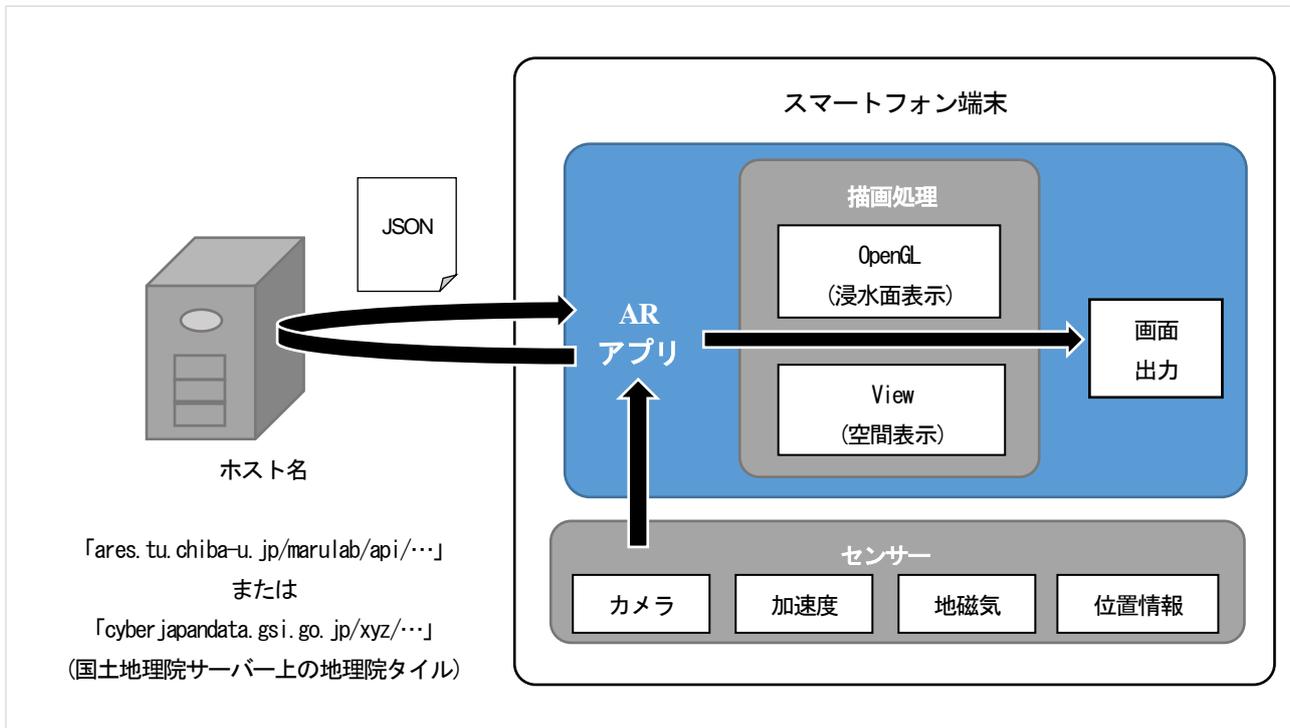


図7 試作したスマートフォンアプリのシステム構成

4. スマートフォンアプリの試作

本研究では、Android OS を搭載したスマートフォン端末を対象にアプリケーション開発を行った。

本研究のアプリケーションには、AR を利用した浸水情報表示と避難場所情報表示 2つの機能を実装した。浸水情報表示機能では、サーバー上に保存された浸水時の予想水位をスマートフォンのカメラにより撮影された映像と重ねて AR 表示する。また、避難場所情報表示機能では、国土地理院サーバー内の指定緊急避難場所の位置と方向をスマートフォンのカメラにより撮影された映像と重ねて AR 表示する。AR 表示を行うための端末内のシステムの構成について図-7に概要を示す。

(1) センサーから得られる値の取得

スマートフォン端末に搭載されている各センサーから加速度・地磁気・位置情報の値を取得する。また、スマートフォン端末のリアカメラ（画面と反対側に搭載されているカメラ）からプレビュー映像を取得する。拡張現実システムでは重ねて表示する情報の表示位置を決定するために、現実空間と端末の位置関係を認識しなければならない。本研究のアプリケーションでは、位置認識による AR システムを採用した。これは GPS 衛星などからの信号の受信がしやすい屋外利用を前提としたためである。

また、取得された加速度及び地磁気の値よりスマート

フォン端末の向きを算出する。端末の向きは、世界座標系に対しての端末座標系のずれを考慮することで算出する（図-8）。端末の向きを算出することで画面上での対象となる地点や、端末の水平からの傾きが分かり、端末の状態に合わせた拡張現実表示を可能にする。

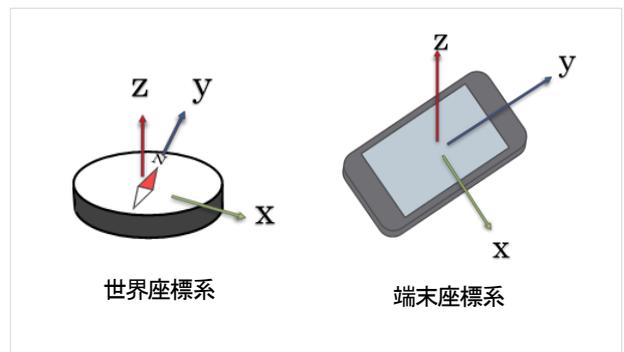


図8 スマートフォン端末の座標系と世界座標系

(2) 浸水深、避難所データの取得

前章で述べたようにサーバーへの HTTP リクエストによって、浸水深と避難所のデータを取得する。現在地の位置情報を HTTP リクエストのインプットパラメータに設定するため、(1)で得られた位置情報を利用する。サーバーからの応答として受信する JSON 形式のデータを、スマートフォン端末で扱えるデータ形式に変換して、描画処理と空間表示に使用する。

(3) 拡張現実表示

拡張現実表示には、(1)、(2)で得られたデータを全て使用する。スマートフォン端末のリアカメラから得られたプレビュー映像の上に重ねて浸水深や避難所データを表示する。表示する画面上での位置は、スマートフォン端末の向きと表示する対象物の方向を算出し、画面上に表示する(図-9)。避難場所情報のAR表示については、文献⁹⁾を参考にプログラムを作成し、描画を行なった。また、浸水深のAR表示については文献¹⁰⁾のライブラリ「Utils」を利用した。

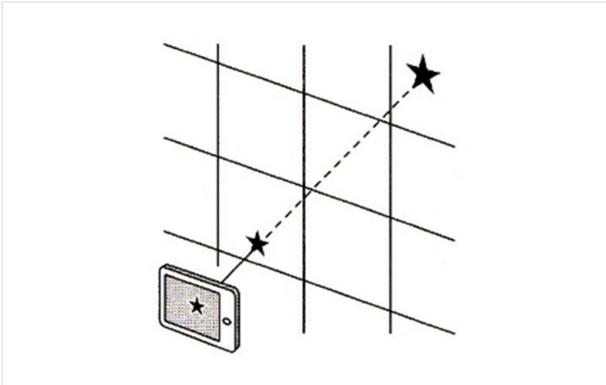


図-9 対象物を画面上に表示する際の位置⁹⁾



図-10 浸水深のAR表示のための視点の設定

5. アプリケーションの実装

スマートフォンアプリケーションのシステムは Java と OpenGL を用いて実装した。Java は Android の公式開発言語の1つでありスマートフォンアプリケーションの大部分の開発に使用されている。また、OpenGL は 3D コンピュータグラフィックスの描画と表示、操作やインタラクションを可能にする技術であり¹⁰⁾、拡張現実の表示を描画する際に使用する。本研究では、浸水深のAR表示と、避難場所情報のAR表示の2つを実装した。

(1) 浸水深のAR表示

この項目の機能としては、浸水深をAR表示する。GPSにより現在地を取得し、現在地での浸水深をサーバーに問い合わせる。浸水深を取得し、端末の向きに応じて画面上の表示する高さを算出する。カメラのプレビュー映像に重ねて、浸水面を描画し表示する。なお、アプリのユーザーの視点の高さによって、画面内の浸水面の高さが変わるため、視点の高さを100~200cmの間で設定できるようにした。実際の画面を図-10、図-11に示す。水位のAR表示に加えて、画面上部には予想浸水深を文字で表示している。

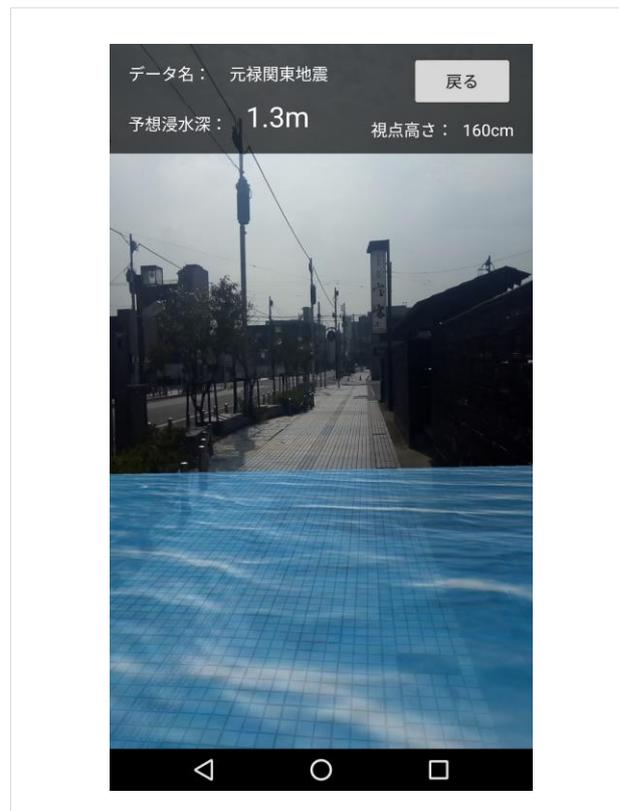


図-11 ARを利用した水位の表示

(2) 避難場所情報のAR表示

この機能としては、現在地からの避難場所の方向をAR表示する。GPSにより現在地を取得し、現在地が含まれるエリアの避難場所情報をサーバーに問い合わせる。ここでのエリアは、地理院タイルのズームレベル10の範囲とした¹⁰⁾。端末の向きによって、画面上の表示する位置を算出する。カメラのプレビュー映像に重ねて、避難場所の方向を表示する。実際の画面を図-12に示す。画面上部には、最寄りの避難場所の名称と距離を示している。

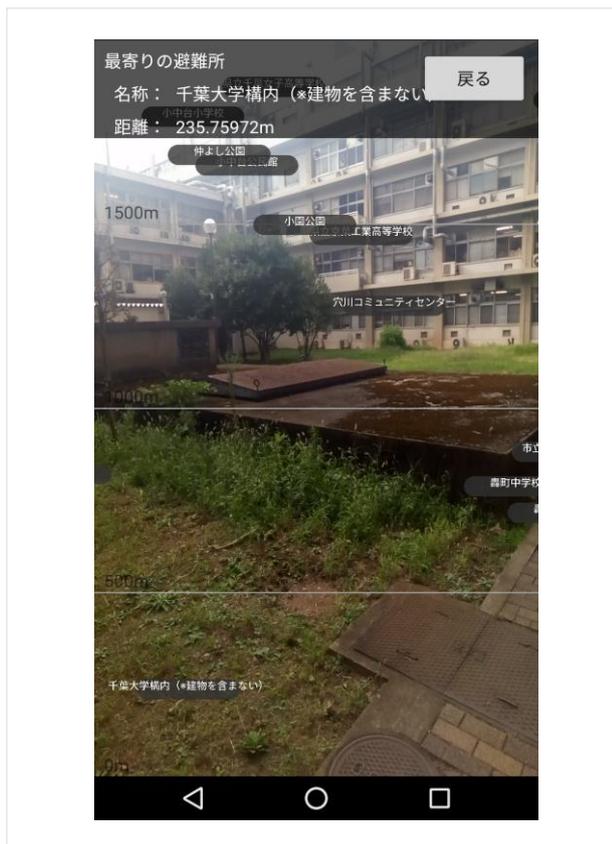


図-12 ARを利用した避難所情報の表示

6. まとめ

本研究では、拡張現実技術を利用してハザードマップを可視化するスマートフォンアプリケーションを開発した。また、サーバーの連携によりデータを取得するため、浸水深や避難場所の情報を取得できるウェブAPIを作成した。スマートフォン端末のカメラから取得された実際のリアルタイム映像に、拡張現実を利用して水位を表示することで、災害時に想定される状況を紙面上のハザードマップよりも容易に想像することが可能になり、早期の避難行動などを促し被害の軽減が期待できると考える。

本研究のアプリは、国土地理院が整備したデータから避難場所を取得しているため、日本国内であればどこでも避難場所の情報を可視化することができる。また、津波の浸水深データに関しては、本研究と同一のフォーマットでサーバー上に格納すれば、様々な地域の浸水深を可視化できる。つまり、本研究で構築したアプリは地域を限定したものではなく、同一のアプリで日本全国の浸水深や避難場所を可視化できることが大きな特徴である。

今後の課題としては、複数のデータを集めるためのデータベースへのデータの追加の簡易化や、スマートフォン上で表示する情報について検討する必要があると考える。また、開発したスマートフォンアプリケーションが避難行動にどのような効果をもたらすかについて検証する必要がある。

参考文献

- 1) 宮城県：東日本大震災-宮城県の発災後1年間の災害対応の記録とその検証-, <https://www.pref.miyagi.jp/site/kt-kiroku/kt-kensyou3.html>, 2015.
- 2) 内閣府：平成30年1月防災に関する世論調査, <https://survey.gov-online.go.jp/h29/h29-bousai/gairyaku.pdf>, 2018.
- 3) 内閣府：平成22年1月21日防災に関する特別世論調査, <http://survey.gov-online.go.jp/tokubetu/h21/h21-bosai.pdf>, 2010.
- 4) 茨城県：平成27年9月関東・東北豪雨による本件の被害及び対応について, <https://www.pref.ibaraki.jp/1saigai/201509/documents/201509241001.pdf>, 2015.
- 5) 中央大学河川・水文研究室：茨城県常総市で実施したヒアリング調査の結果, <https://hydlab-chuo.jimdo.com/茨城県常総市で実施したヒアリング調査の結果/>, 2016.
- 6) 国土交通省国土地理院：地理院タイル一覧, 指定緊急避難場所, <https://maps.gsi.go.jp/development/ichiran.html#skhb>
- 7) 国土交通省国土地理院：標高API, <https://maps.gsi.go.jp/development/api.html>, 2013
- 8) 中央防災会議・首都直下地震モデル検討会：最終報告,

- http://www.bousai.go.jp/kaigirep/chuobou/senmon/shutoc_hokkajishinmodel/index.html, 2013.
- 9) 郷田まり子, 宅間俊志, 近藤昭雄: ジオモバイルプログラミング, ワークスコーポレーション, 2011. (?????. ?? ?? 受付)
- 10) 松田晃一: OpenGL ES 2.0 Android グラフィックプログラミング, カットシステム, 2012.
- 11) 国土交通省国土地理院: 地理院タイル仕様, <http://maps.gsi.go.jp/development/siyou.html>

VISUALIZATION OF TSUNAMI HAZARD MAP USING SMARTPHONE BASED ON AUGMENTED REALITY TECHNOLOGY

Ryo KIMIZUKA, Yoshihisa MARUYAMA

After the 2011 Tohoku Japan earthquake, importance of disaster prevention countermeasures from soft infrastructure perspective is highlighted. The local governments revise their hazard map to raise people's awareness of disaster prevention. However, the hazard map is not sufficiently used among the local residents. This research develops a mobile app for Android devices to visualize the hazard map using augmented reality technology. The tsunami inundation depth and the location of evacuation site are displayed on a smartphone screen with the image captured by phone's camera.