

平成28年度 東三河地域防災協議会受託研究 研究報告書

スマートフォンと紙製ゴーグルを用いた  
災害状況疑似体験教材の開発と実証活動

平成29年2月

研究代表者 板宮 朋基

愛知工科大学工学部

情報メディア学科 准教授

# 目次

概要	1
1 はじめに	1
2 先行研究	3
2.1 スマートフォンを用いた防災教育用津波 AR アプリ	3
2.2 防災情報可視化アプリ「AR ハザードスコープ®」	3
2.3 拡張現実感(AR)を用いた集中豪雨疑似体験システム	4
2.4 3D-VR を活用した災害状況の再現・対応能力訓練システム	5
2.5 津波浸水シミュレーション動画	5
2.6 本研究の位置づけ	6
3 災害状況没入疑似体験アプリ	7
3.1 システムの概要	7
3.2 ハードウェア	7
3.2.1 Android スマートフォン	7
3.2.2 防災情報サーバ(WebAPI)	9
3.2.2.1 API 概要	9
3.2.2.2 API 仕様	10
3.2.2.3 システム仕様	10
3.2.2.4 データベース仕様およびテーブル定義	11
3.2.3 Google Cardboard	13
3.3 アプリ	14
3.3.1 開発環境	14
3.3.2 浸水状況疑似体験アプリ	16
3.3.3 火災状況疑似体験アプリ	18
4 評価実験	20
4.1 実験条件	20
4.2 実験手順	21
5 実験結果	21
6 考察	26
7 まとめ・今後の課題	26
8 本アプリの実証活動の記録（平成 28 年 4 月～平成 29 年 2 月）	27
9 参考文献	28

## 概要

日本は災害大国であり、各自治体でハザードマップの整備も進んでいる。しかし、地図に重畳された情報を読み取り頭の中に正確にイメージできる人は多くない。本研究では、スマートフォンと紙製簡易ゴーグルを用いて、現在位置における災害発生想定を没入体験できるアプリを開発した。自治体から提供されたハザードマップの GIS データを利用し、スマートフォンから送信された位置情報からその場所の想定水位を返信する Web-API も開発した。本アプリはスマートフォンで撮影されたリアルタイム映像に、3D-CG で再現されたリアルな水面や煙を重畳表示するため、災害リスクを直感的に理解できる。本研究では浸水状況を体験できるアプリを用いて、防災イベントや展示会の参加者らに対し、ハザードマップと対比する評価実験を行った。その結果、ハザードマップに対して本アプリの方が危機意識向上に有用であることが示された。また、アプリの体験により、ハザードマップを読み解く能力が向上することが示唆された。

## 1 はじめに

2011 年 3 月の東日本大震災や 2014 年 8 月の広島での豪雨災害、さらに 2015 年 9 月の茨城県鬼怒川の堤防決壊など日本各地で重大な災害が発生している。東日本大震災では、住民の危機意識が低かったなどの理由のため、地震発生後津波到達までに 1 時間以上あったにもかかわらず、避難行動が遅れ、多くの犠牲者が出た地区もある [1]。広島県での豪雨災害では土砂災害や大雨・洪水の危険が高い地域に居住しているにもかかわらず、およそ半数の住民が危機感を持っていなかった [2] [3]。居住地の災害リスクに対する認識（8.20 豪雨災害に関するアンケート）のグラフを図 1 に示す。

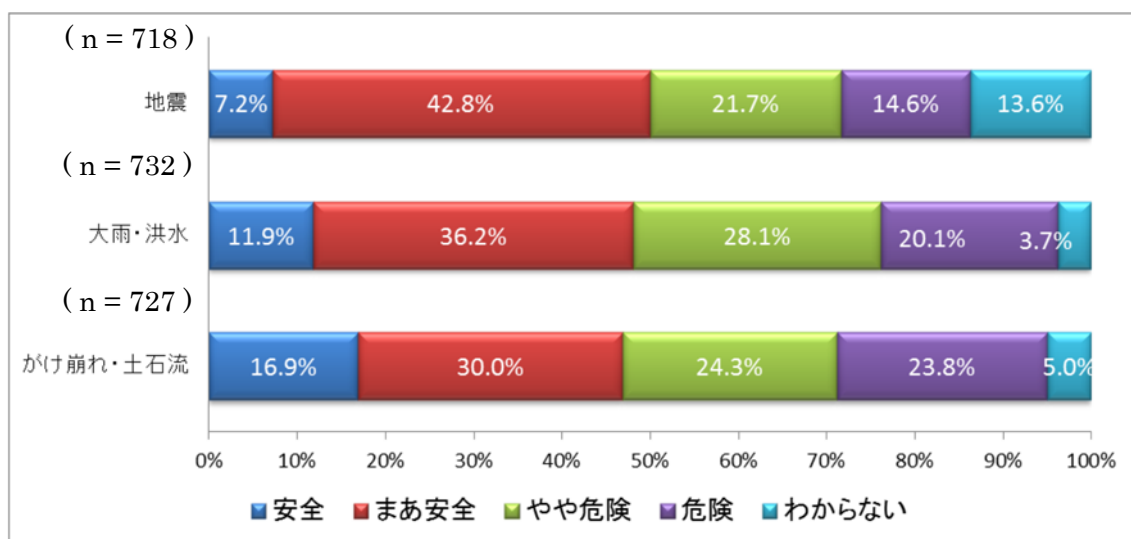


図 1 居住地の災害リスクに対する認識（8.20 豪雨災害に関するアンケート）

以上のことから、災害発生時における迅速かつ安全な避難を可能にするための対策が求められている。これまでに、適切な避難行動を支援するため各自治体でハザードマッ

プの整備が進められているが、地図に重畳された情報を読み取り頭の中に正確にイメージできる人は多くない。また、ハザードマップを見ただけでは、危機感を持つものの、具体的な行動や防災対策へは結び付かないという研究結果 [4]もある。そこで、実際の行動に結び付けるための伝達手法が求められている [5]。

本研究では、平時における災害への危機意識の向上を目的として、スマートフォンと紙製簡易ゴーグルを用いて、現在位置における災害発生想定を実風景に重ねて立体的に表示し、没入体験できる拡張現実型アプリを開発した。拡張現実 (AR : Augmented-Reality)とは見えている風景にコンピュータが作り出した情報を重ね合わせ、情報を付加する情報処理技術であり。近年、防災など様々な分野で活用が期待されている [6] [7]。現在多くの人々がスマートフォンを利用している。全年代で6割以上、20代では9割以上の人々がスマートフォンを利用している [8]。平成26年モバイル機器等の利用率(全年代・年代別)のグラフを図2に示す。加えてパソコン並みの性能を持つスマートフォンも多くなり、今までは処理が重く実現が難しかったことが実現可能となっている。

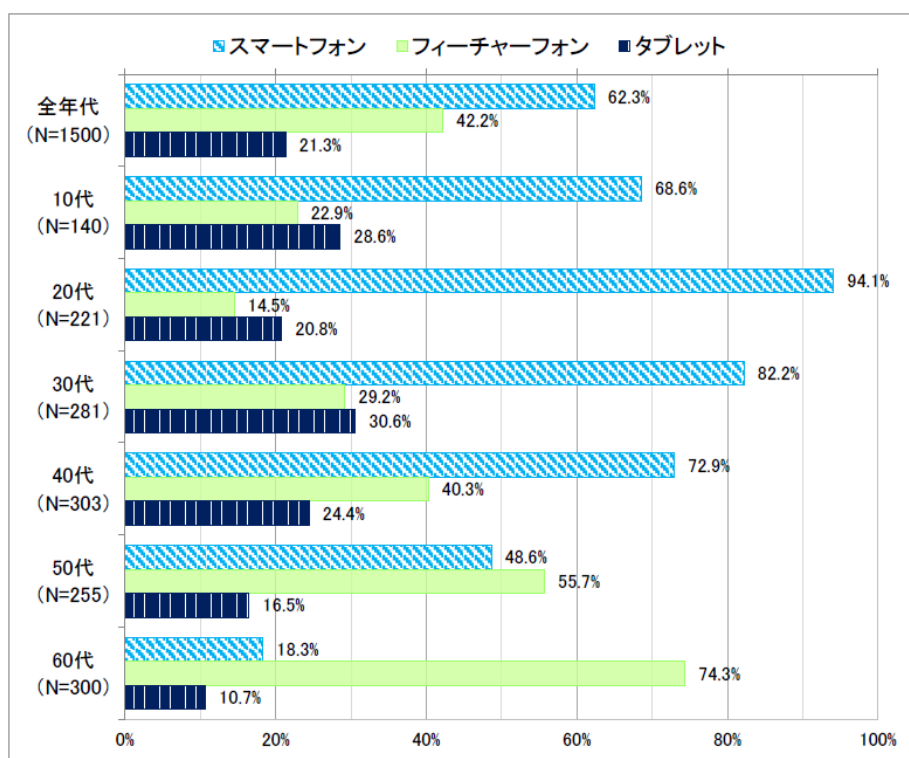


図2 平成26年モバイル機器等の利用率(全年代・年代別)

スマートフォンと折り畳み可能なゴーグルを用いるため、運搬が容易である。特殊な機器は不要で、住民が持つスマートフォンを活用できる。紙製簡易ゴーグルは1個当たり数百円で調達可能である。そのため、従来のシステムに比べて大幅に低コストで実現可能である。本アプリを用いて自治体などの防災担当者や住民、イベントの参加者に対して評価実験を実施し、ハザードマップに対して本アプリの方が危機意識向上に有用で

あることが示された。また、本アプリの体験により、ハザードマップを読み解く能力が向上することが示唆された。

## 2 先行研究

### 2.1 スマートフォンを用いた防災教育用津波 AR アプリ

鶴川ら [9]は、スマートフォンを用いた防災教育用津波 AR アプリを開発した。東日本大震災で実際に到達した津波の高さをリアルタイム映像上もしくはあらかじめ撮影された 360 度パノラマ写真にアイコンと数字で表示する。アプリの実行画面を図 3 に示す。数字とアイコンのみの表示で映像上に波が現れるなどといった表示はない。そのため、視覚的に分かりづらい。

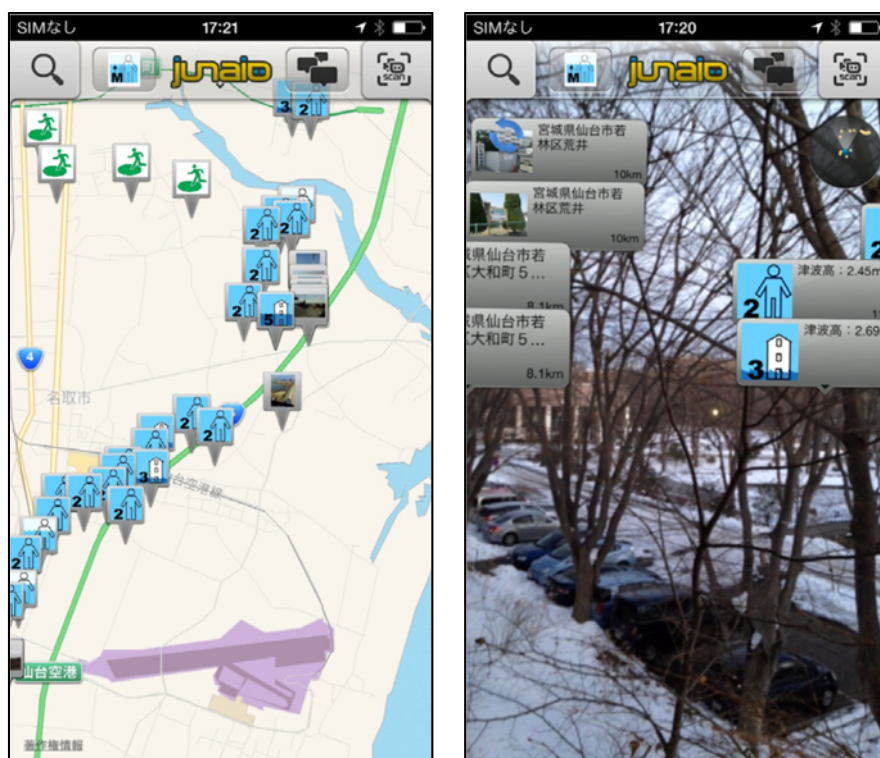


図 3 「津波 AR」アプリ実行画面

### 2.2 防災情報可視化アプリ「AR ハザードスコープ®」

株式会社キャドセンター [10]は、スマートフォンを用いた防災情報可視化アプリを開発した。GPS 情報と連動して、想定される災害の情報をリアルタイム映像上に 2 次元的に表示する。災害の情報だけでなく避難所の情報とそこまでの距離や方向を確認できる。しかし、スマートフォンの電子コンパスの精度は仕様上高くないため、正確な方向表示は難しい。現在地の危険性を視覚的に把握できるが、没入体験することはできない。

### 2.3 拡張現実感(AR)を用いた集中豪雨疑似体験システム

広兼ら [11]は、ヘッドマウントディスプレイ(HMD)を用いた集中豪雨疑似体験シミュレータを開発した。リアルタイムの映像に過去に発生した豪雨を再現した3D-CGアニメーションを重ねて表示する。3D-CGの降雨の様子を図4に示す。また、HMDにはイヤホンも装備されており、豪雨の状況を映像と音によって疑似体験することが出来る。マーカー型のAR技術を用いており、マーカーをHMDに搭載されたカメラで認識することで位置合わせを行い3D-CGを表示する。シミュレータを用いている様子を図5に示す。



図4 3D-CGの降雨の様子



図5 シミュレータを用いている様子



## 2.4 3D-VR (3次元バーチャルリアリティ) を活用した災害状況の再現・対応能力訓練システム

香川大学危機管理研究センター [12]は、3D-VR(3次元バーチャルリアリティ)を活用した災害状況の再現・対応能力訓練システムを開発した。想定を超える災害状況を再現し、訓練体験者がその危機的な状況で判断し、意思決定を行い、行動を起こすという一連の訓練を行う。システムにはカメラやセンサが設置されており、訓練実施後に対応を振り返ることもできる。システムの概要図を図6に示す。



図6 システムの概要図

## 2.5 津波浸水シミュレーション動画

神奈川県藤沢市 [13]は、神奈川県が公表した津波浸水予測図に基づき、津波浸水の様子のシミュレーション動画を作成した。実際の市街地の3D-CGに津波による時系列的な浸水表現を付加しているが、視点は鳥瞰的である。表示例を図7に示す。



図7 シミュレーション動画表示例

## 2.6 本研究の位置づけ

本研究の位置づけを図 8 に示す。

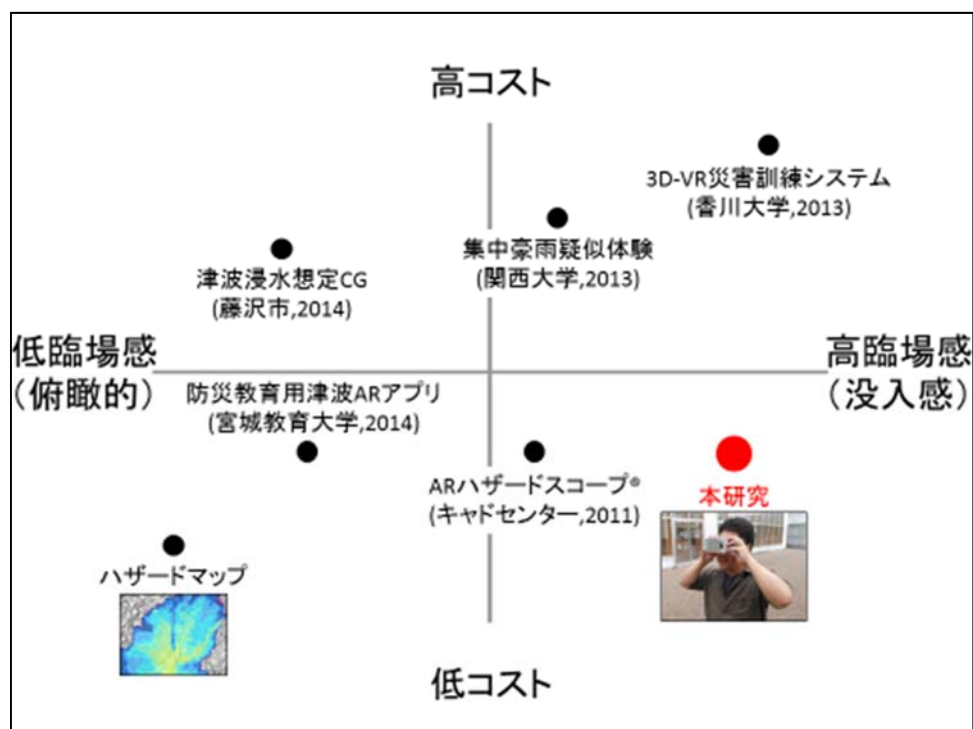


図 8 本研究の位置づけ

本研究は、簡易ゴーグルを用いることでより体感的に災害をイメージできる。また、スマートフォンを用いるので、特定の施設へ行くことなく、自宅や職場といった身近な環境で災害を疑似体験できる。また、自治体から提供されたハザードマップの GIS データを利用し、スマートフォンから送信された位置情報からその場所の想定水位を返信する Web-API も開発した。その結果、現在位置における災害発生想定を没入体験できるアプリを実現した。



### 3 災害状況没入疑似体験アプリ

#### 3.1 システムの概要

本研究では、災害の状況として水害(津波, 高潮, 洪水)と屋内火災を再現するアプリの開発を行った。ハードウェアとして、スマートフォンと紙製簡易ゴーグル及び防災情報サーバ(WebAPI)を用いる。スマートフォンにインストールしたアプリにおいて、現在位置における災害発生想定を実風景に重ねて立体的に表示し(拡張現実: AR), 没入疑似体験できる。

#### 3.2 ハードウェア

##### 3.2.1 Android スマートフォン

本研究で使用するスマートフォンは Android OS を搭載した機種を用いた。理由として開発が容易であること, 国内のスマートフォンの半数近くが Android OS であることから選定した [14]。国内スマートフォン OS シェアのグラフを図 9 に示す。OS のバージョンは Android 4.4 以上を対象とした。これは, 現在流通している Android 端末の OS のうち 4.4 以上の端末が 7 割近いことと, 端末の性能が 4.4 搭載端末程度でないと動作が難しいことから選択した [15]。Android OS バージョン別シェアを図 10 に示す。

本研究では実機として Samsung 社の, Galaxy S7 edge(Android6.0), Galaxy S6 edge(Android5.0), Galaxy S5(Android5.0)を使用した。実機の写真を図 11 に示す。

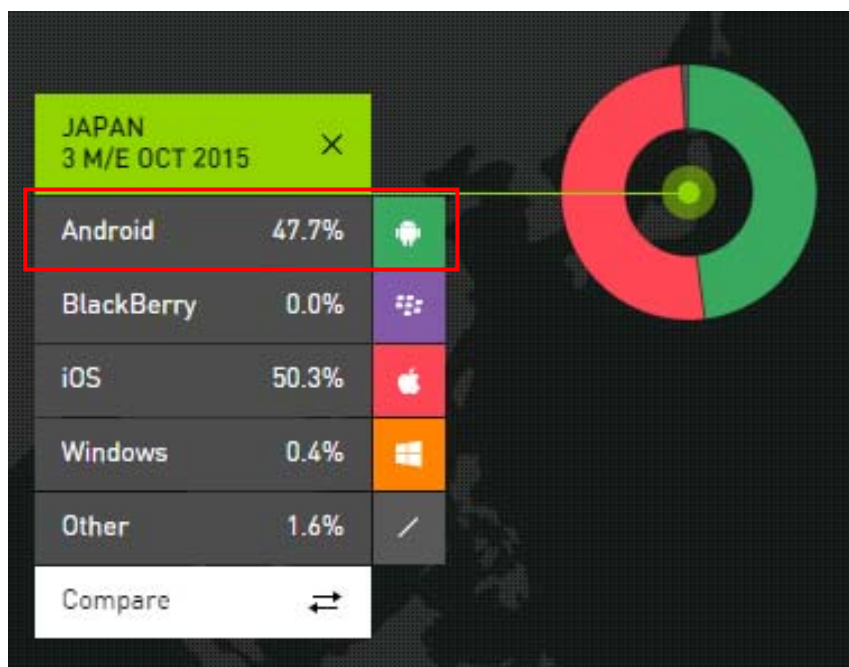


図 9 国内スマートフォン OS シェア

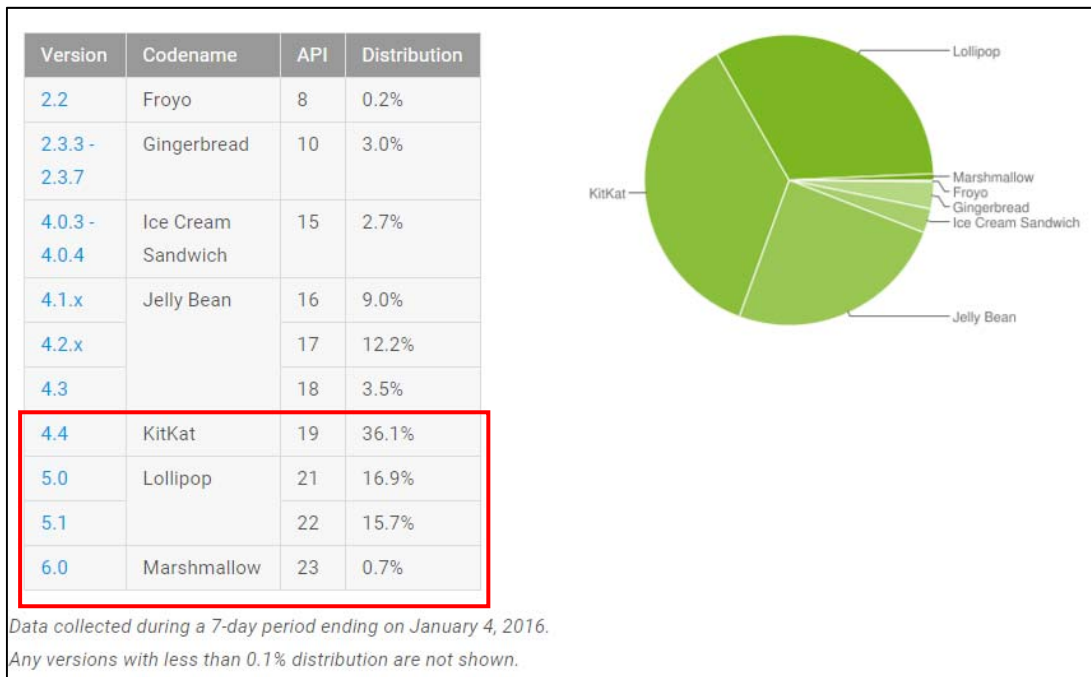


図 10 Android OS バージョン別シェア



図 11 Galaxy S5(左) S6 edge(右)

### 3.2.2 防災情報サーバ(WebAPI)

防災情報サーバ(WebAPI)は、スマートフォンから位置情報を取得すると、自治体などが公表しているハザードマップの情報を基に、その位置の想定災害情報(津波や洪水、高潮の想定水位)をスマートフォンへ送信する。本研究では、自治体(豊橋市、田原市)から提供されたハザードマップの GIS データを利用し、スマートフォンから送信された位置情報からその場所の想定水位を返信する Web-API を開発した。防災情報サーバ(WebAPI)とスマートフォンとの関係を図 12 に示す。

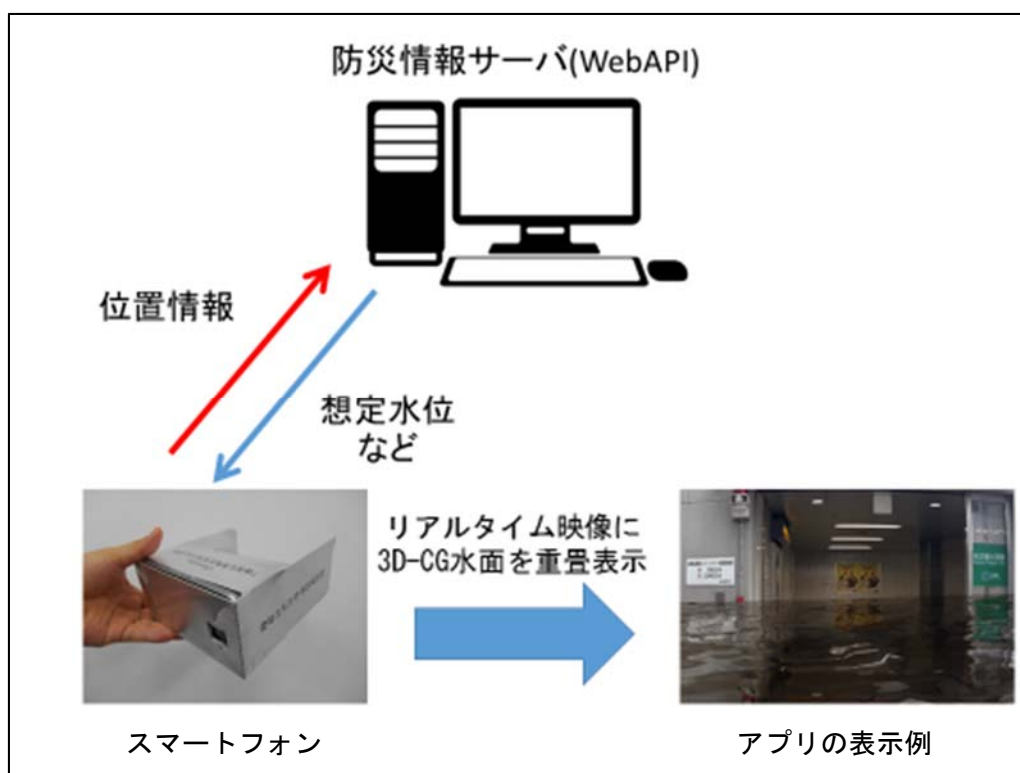


図 12 防災情報サーバ(WebAPI)とスマートフォンとの関係

#### 3.2.2.1 API 概要

本 WebAPI は、愛知県(豊橋市または県内全域)を対象として、スマートフォンから HTTP リクエストにより緯度・経度を指定することで想定津波浸水深を返信する WebAPI である。

### 3.2.2.2 API仕様

本 API の基本仕様は以下のとおりである。

項目	仕様	備考
API 基本 URL	{設置サーバ URI}/shinsui.php	
コール方法	所定パラメータを API 基本 URL に付与して HTTP 呼出	
返信値内容	パラメータにより指定された位置の想定浸水深	単位：m
返信値形式	プレーンテキスト	
条件	位置の指定は愛知県豊橋市および愛知県田原市内に限る	

本 API 呼出パラメータについては以下のとおりである。

名称	引数名	内容	備考
緯度	lat	想定浸水深を求める位置の緯度情報	測地系等は下記参照
経度	lon	想定浸水深を求める位置の経度情報	測地系等は下記参照
対象	lyr	検索対象 (toyo=豊橋市内, pref=県内全域)	
測地系及び表記		世界測地系 (WGS84:SRID4326), 度単位の 10 進表記	

本 API 呼出例は以下のとおりである。

```
{設置サーバ URI} /shinsui.php?lon=137.4221334&lat=34.81020459&lyr=toyo
```

本 API 呼出による値の返信例は以下のとおりである。

```
1.21
```

本 API が返信する津波浸水想定は、愛知県沿岸に最大クラスの津波 (L2 津波) をもたらすと想定される津波断層モデルとして、内閣府「南海トラフの巨大地震モデル検討会」が公表した 11 のケースから、愛知県域に最も大きな影響を与えられとされる 1, 6, 7, 8, 9 の 5 つのケースを選定した。これら 5 ケースごとの最大クラスの津波が悪条件下において発生した場合に想定される浸水の区域 (浸水域) と水深 (浸水深) を表したものである。

### 3.2.2.3 システム仕様

本 API に係るシステム仕様は下のとおりである。

項目	仕様	備考
DB	PostgreSQL	開発時 Rev:8.4.20
開発言語	PHP	開発時 Rev:5.1.3
GIS	MapServer	開発時 Rev:6.0.3
DB 地理拡張	PostGIS	開発時 Rev:1.5.3

### 3.2.2.4 データベース仕様およびテーブル定義

本 API に係るデータベース仕様は以下のとおりである。

項目	仕様	備考
名称	shinsui	
OID	32522	一意 ID
オーナー	postgres	
テーブル空間	pg_default	
初期のテーブル空間	pg_default	
エンコーディング	UTF8	
ローレション	ja_JP.UTF-8	
文字型	ja_JP.UTF-8	
初期スキーマ	public	
外部接続許可	FALSE	
接続数制限	無制限	

本 API に係るテーブル定義は以下のとおりである。

テーブル名	toyo	
テーブル内容	豊橋市想定津波浸水深データ	
項目	仕様	備考
gid	serial	一意 ID
x_m_jpc07	numeric	
y_m_jpc07	numeric	
i_no	numeric	
j_no	numeric	
最高水位_m	double	
z2_m	double	本 API 返信値
浸水深_最	double	
浸水深_地	double	
標高_地殻	double	
標高_地殻 0	double	
the_geom	geometry	地物データ格納

テーブル名	pref	
テーブル内容	県内全域想定津波浸水深データ	
項目	仕様	備考
gid	serial	一意 ID
i_no	double	
j_no	double	
最大浸水深	double	
経度	double	
緯度	double	
the_geom	geometry	地物データ格納
z2_m	double	上記最大浸水深と同, 本 API 返信値



### 3.2.3 Google Cardboard

Google Cardboard [16](以下 Cardboard)は Google が設計, 開発した紙製簡易ゴーグルである。スマートフォンと組み合わせることでヘッドマウントディスプレイとなり, バーチャルリアリティ体験ができる。また, 低価格かつオープンソースのヘッドセットとして設計されている。設計図がホームページにて公開されている。Google Cardboard 作成例を図 13 に示す。



図 13 Google Cardboard 作成例

### 3.3 アプリ

#### 3.3.1 開発環境

アプリの開発のために Unity, Android Studio, Cardboard SDK for Unity を用いた。

##### 1 Unity

Unity は Unity Technologies が開発したゲームエンジンである [17]。複数のプラットフォームに対応しておりウェブプラグイン、デスクトッププラットフォーム、モバイル端末、ゲーム機向けのコンピュータゲーム開発に用いられる。スクリプト言語として C#, UnityScript(JavaScript), Boo の 3 種類のプログラミング言語に対応している。3D ゲームを開発することを目的としているため、3DCG や物理シミュレーションを容易に扱うことが出来る。また、スマートフォンの GPS, 加速度センサ, ジャイロセンサなどの各種センサ情報の取得ができるほか、カメラからのリアルタイム映像を取得し、描画することが出来る。

開発したアプリではこれらの機能を用いて、リアルタイム映像に波や煙の 3D-CG を重ねて表示させている。

本研究では Unity バージョン 5.3 を使用した。Unity 実行画面を図 14 に示す。

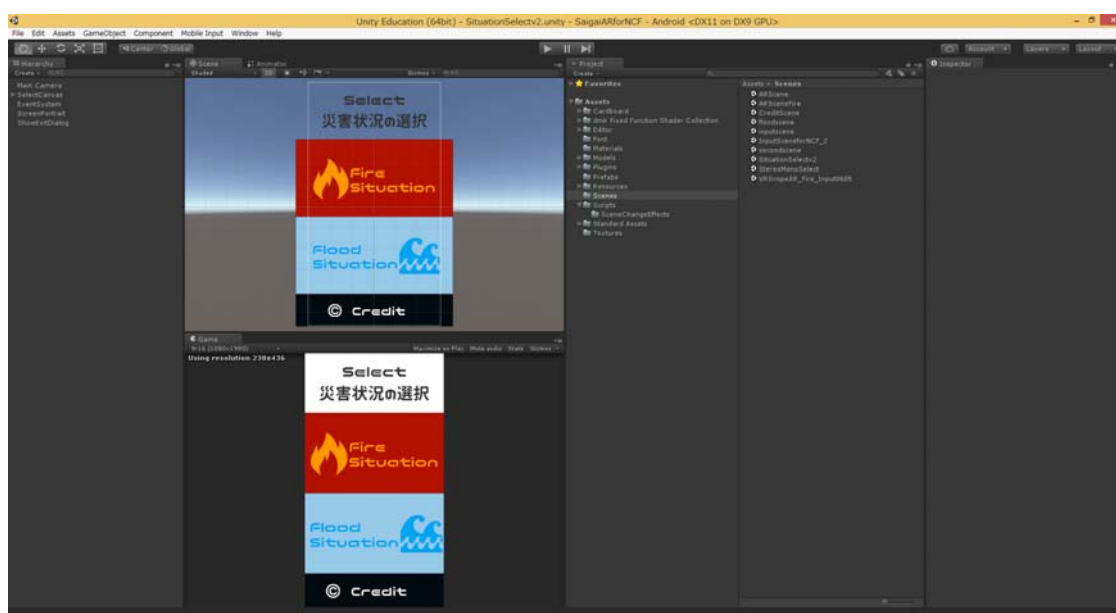


図 14 Unity 実行画面

## 2 Android Studio

Android StudioはAndroidアプリケーションを開発するための統合開発環境である。本研究ではUnityでは対応していないAndroidネイティブ機能を利用するために使用した。

## 3 Cardboard SDK for Unity

Cardboard SDK for Unityは立体視レンダリングを用いたスマートフォンアプリ開発を行うためのソフトウェア開発キット(SDK)である。Unityのプラグインとして利用する。スマートフォンの画面を2画面に分割し、視差を付けて表示することで立体視を実現している。また、スマートフォンのジャイロセンサと加速度センサを用いることで頭の動きに連動して画面を描画できる。このSDKを用いて開発したアプリを起動し、Google Cardboardなどの紙製簡易ゴーグルに装着して覗くことで立体的に3D-CGを見られ、360度見渡すことが出来る。Cardboard SDKの開発画面例を図15示す。

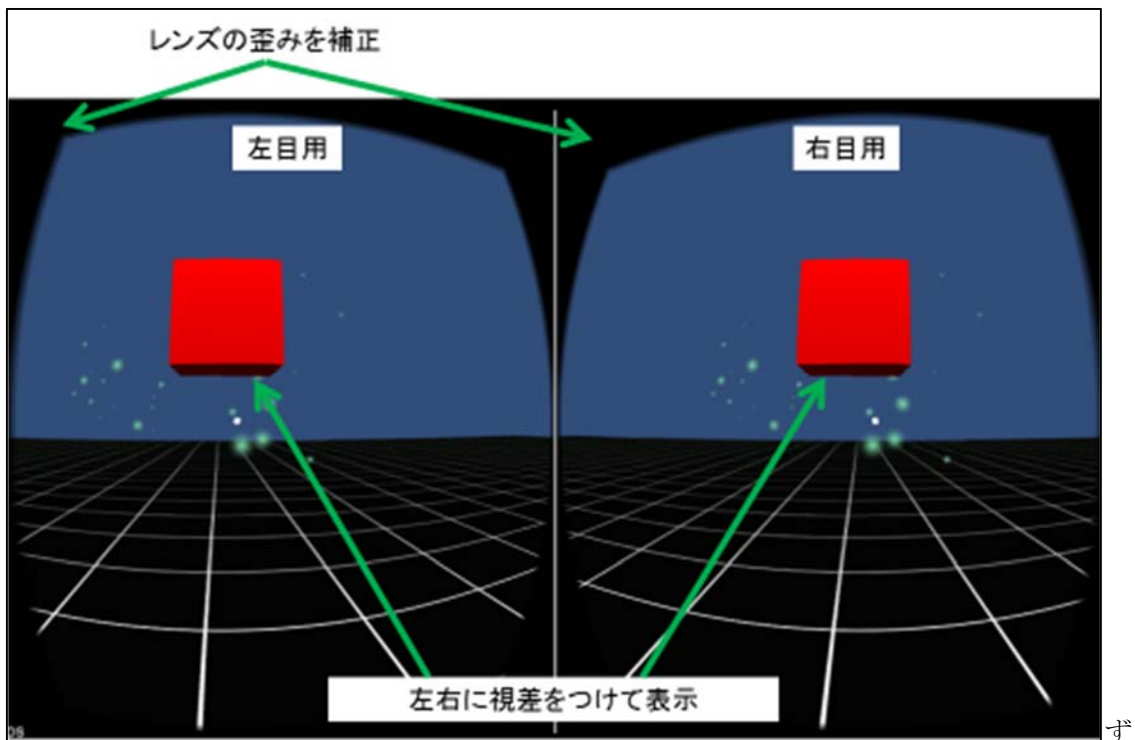


図 15 Cardboard SDK の開発画面例

### 3.3.2 浸水状況疑似体験アプリ

津波や洪水発生時の浸水状況疑似体験アプリでは、スマートフォンの GPS 機能を使い位置情報を取得し、防災情報サーバ(WebAPI)に送信する。Unity に標準で備わっている 3D-CG の水面をよりリアルに見えるように改善し使用した。視点となる仮想のカメラとスマートフォンのカメラの映像を出力するためのカメラ映像用スクリーンを配置する。サーバから返信された情報を基に、水位を設定し実風景に重ねて立体的に表示する。実行画面例を図 16 に、アプリを体験している様子を図 17 に、アプリ動作のフローチャートを図 18 に示す。

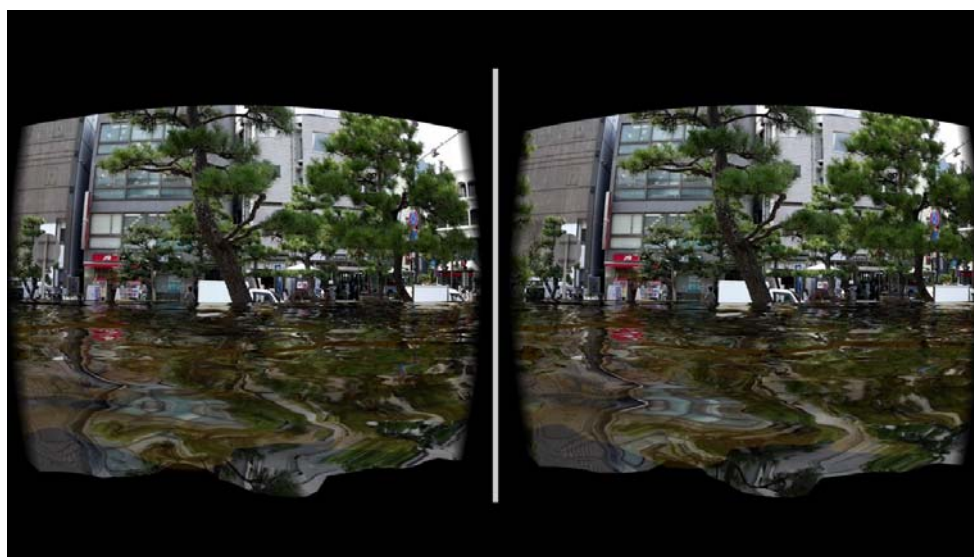


図 16 浸水状況疑似体験アプリの実行画面例



図 17 浸水状況疑似体験アプリを体験している様子

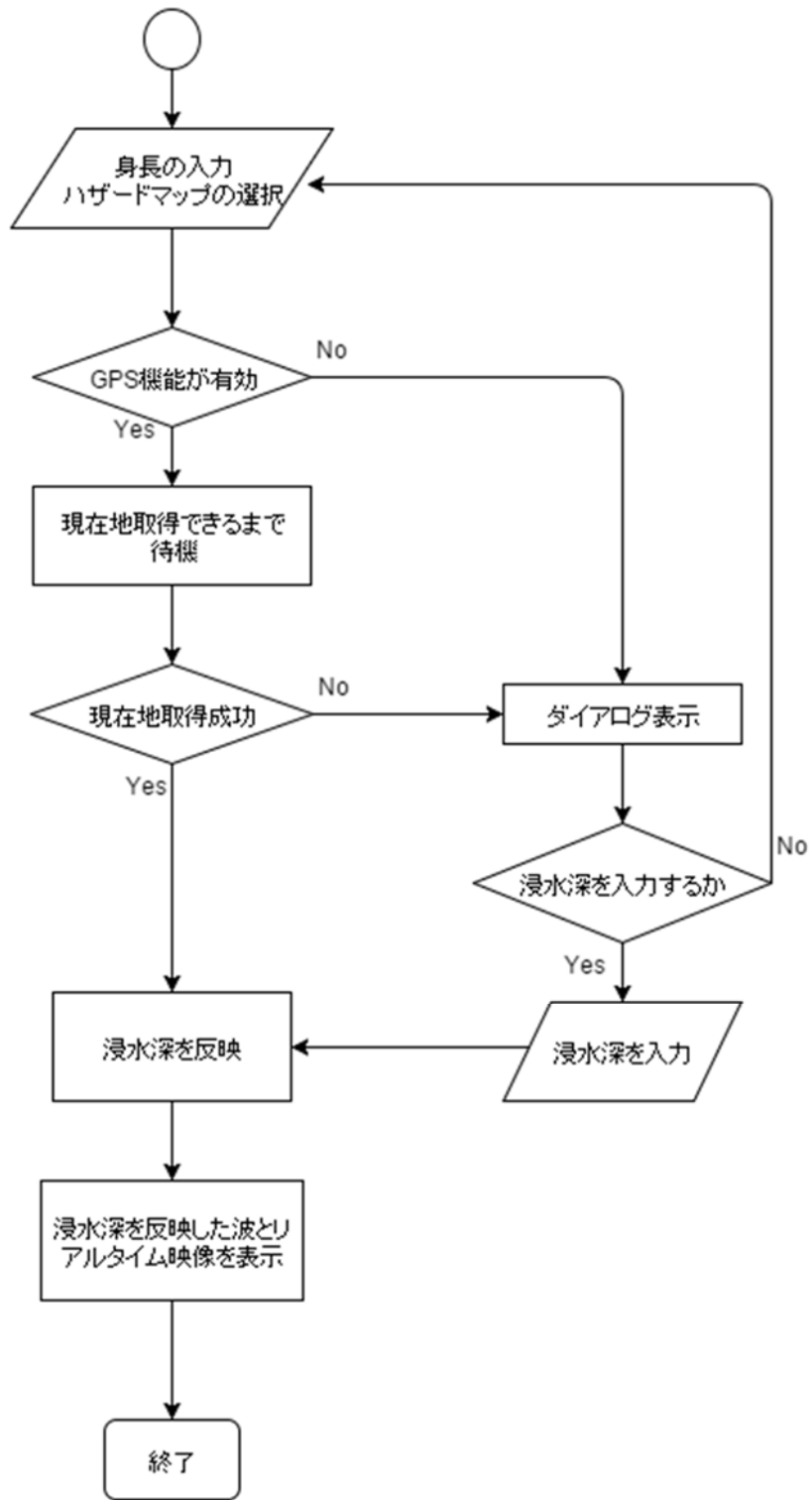


図 18 浸水状況疑似体験アプリ動作のフローチャート

### 3.3.3 火災状況疑似体験アプリ

火災状況疑似体験アプリでは、火災が発生し、煙が屋内に充満した状況を再現する。Unity に標準で備わっているパーティクルシステムを用いて煙を表現している。パーティクルシステムとは炎や煙といったあいまいさを持った事物をシミュレートし表現する手法である。視点となる仮想のカメラと注視用アイコン、スマートフォンのカメラの映像を出力するためのカメラ映像用スクリーンを配置する。ユーザの視界内に存在するアイコンを注視することで煙が上方に移動する。ユーザがしゃがむと同時にアイコンを注視することで、床付近では煙が少ない状況も体験できる。アプリの動作の流れを図 19 に、火災状況疑似体験アプリの実行画面例を図 20 に、火災状況疑似体験アプリを体験している様子を図 21 に示す。

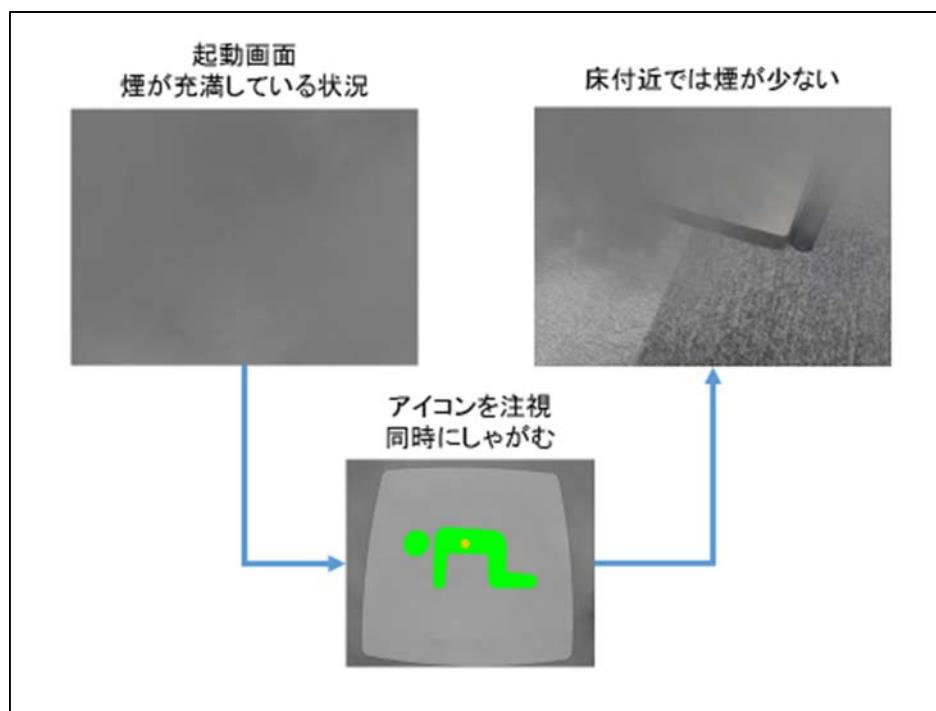


図 19 火災状況疑似体験アプリの動作の流れ





図 20 火災状況疑似体験アプリの実行画面例



図 21 火災状況体験アプリを体験している様子

## 4 評価実験

開発した浸水状況疑似体験アプリ(以下本アプリ)が従来の津波ハザードマップと比較して危機意識向上に有用であるかを検証するために評価実験を行った。展示会やイベントの参加者や研究室の学生など 31 名に対してアンケートを実施し主観評価の比較を行った。年代の分布を図 22 に示す。津波ハザードマップのこれまでの閲覧頻度は平均 2.8 回(SD:1.5 回)であった。なお、今回は火災状況体験アプリの評価実験は行っていない。

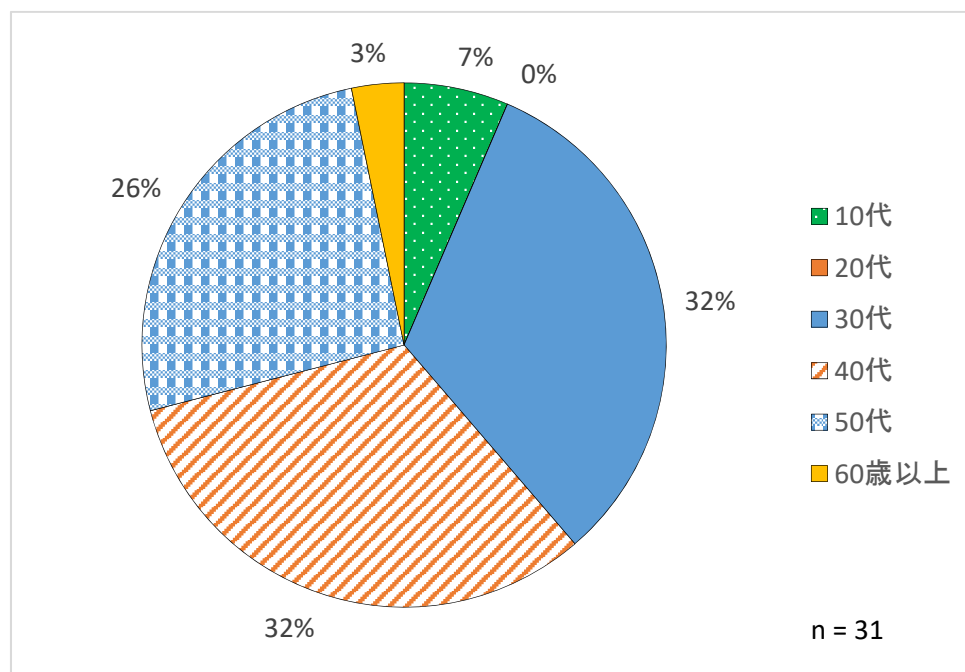


図 22 年代の分布

### 4.1 実験条件

本評価実験の条件は二種類設定した。第一は使用する津波ハザードマップ(以下ハザードマップ)を豊橋市と田原市が公表している 2 種類とした。第二は本アプリでの浸水表示を地上 1.2 メートルとし、津波ハザードマップも同様に地上 1.2 メートルの浸水予想地点を指定し、参加者へ説明を行った。順序効果を相殺するために体験順は参加者ごとに変更した。本アプリを先に体験するグループを A、ハザードマップを先に体験するグループを B とした。評価項目を表 1 に示す。

表 1 評価項目

	質問内容	評価
Q1	浸水深をイメージできましたか	1 から 5 の 5 段階で評価
Q2	危機感を感じましたか	1 から 5 の 5 段階で評価
Q3	行動を起こそうと思いましたか	1 から 5 の 5 段階で評価

## 4.2 実験手順

グループ A の評価実験の手順を以下に示す。

1. 参加者に対して年齢，性別，習熟度をとる。
2. 参加者に体験可能な状態にした本アプリを手渡し，参加者が浸水をイメージできるまで体験してもらう。
3. 参加者に 2 で体験した内容の評価を取る。
4. 参加者にハザードマップを手渡し，浸水がイメージできるまで閲覧してもらう。
5. 参加者に 4 で体験した内容の評価を取る。

次にグループ B の評価実験の手順を以下に示す。

1. 参加者に対して年齢，性別，習熟度をとる。
2. 参加者にハザードマップを手渡し，浸水をイメージできるまで閲覧してもらう。
3. 参加者に 2 で体験した内容の評価を取る。
4. 参加者に体験可能な状態にした本アプリを手渡し，浸水がイメージできるまで体験してもらう。
5. 参加者に 4 で体験した内容の評価を取る。

## 5 実験結果

実験で得られた評価結果を表 2 から表 5 に，グラフを図 23 に示す。

表 2 アプリ評価の結果 (人)

	Q1	Q2	Q3
全くそう思わない	0	1	0
そう思わない	0	0	0
どちらでもない	1	4	6
そう思う	12	7	7
とてもそう思う	18	19	16

表 3 アプリ評価の平均と標準偏差 (5 点満点)

	Q1	Q2	Q3
平均	4.55	4.39	4.13
標準偏差	0.57	0.95	1.15

表 4 ハザードマップ評価の結果

(人)

	Q1	Q2	Q3
全くそう思わない	1	3	2
そう思わない	9	6	3
どちらでもない	5	9	7
そう思う	9	4	9
とてもそう思う	7	9	10

表 5 ハザードマップ評価の平均と標準偏差

(5点満点)

	Q1	Q2	Q3
平均	3.39	3.32	3.71
標準偏差	1.23	1.35	1.22

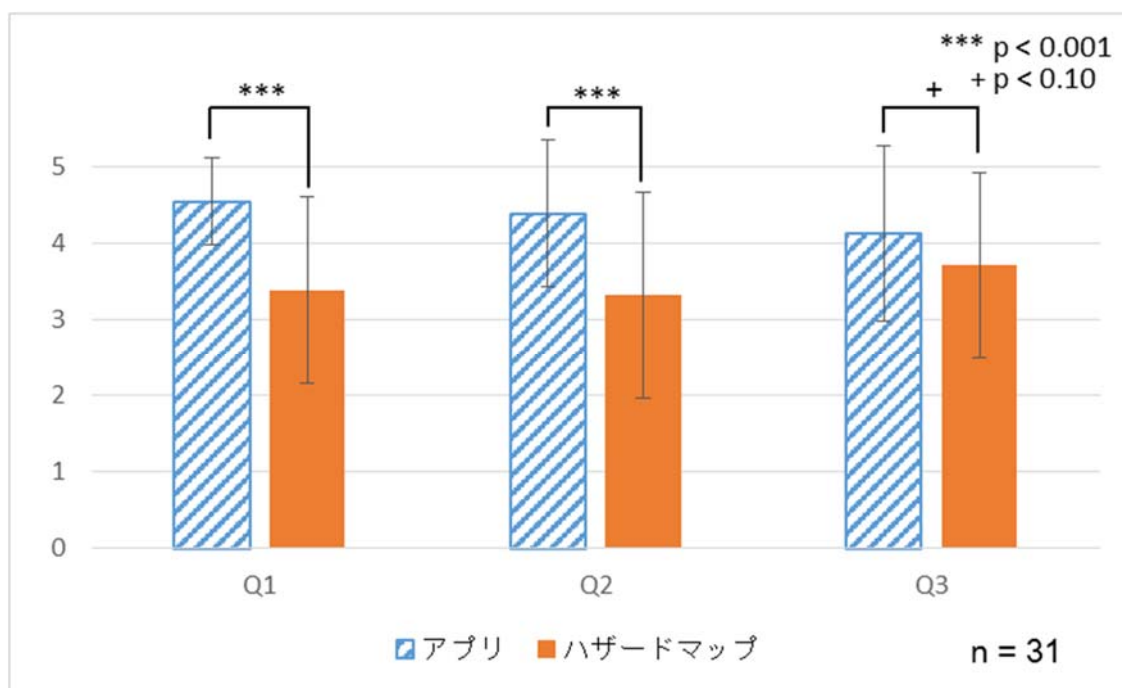


図 23 評価結果のグラフ

次に、体験順ごとのアンケートの結果を表 6 から表 13 に、グラフを図 24、図 25 に示す。

(人)

表 6 グループ A 評価結果(アプリ)

	Q1	Q2	Q3
全くそう思わない	0	1	2
そう思わない	0	0	0
どちらでもない	1	4	5
そう思う	9	5	6
とてもそう思う	6	6	3

表 7 グループ A 評価の平均と標準偏差(アプリ)

(5 点満点)

	Q1	Q2	Q3
平均	4.31	3.94	3.50
標準偏差	0.60	1.12	1.21

表 8 グループ A 評価結果(ハザードマップ)

(人)

	Q1	Q2	Q3
全くそう思わない	0	1	1
そう思わない	1	2	1
どちらでもない	5	4	4
そう思う	4	2	3
とてもそう思う	6	7	7

表 9 グループ A 評価の平均と標準偏差(ハザードマップ)

(5 点満点)

	Q1	Q2	Q3
平均	3.94	3.75	3.88
標準偏差	1.00	1.34	1.26

表 10 グループ B 評価結果(アプリ)

(人)

	Q1	Q2	Q3
全くそう思わない	0	0	0
そう思わない	0	0	0
どちらでもない	0	0	1
そう思う	3	2	1
とてもそう思う	12	13	13

表 11 グループ B 評価の平均と標準偏差(アプリ) (5 点満点)

	Q1	Q2	Q3
平均	4.80	4.87	4.80
標準偏差	0.41	0.35	0.56

表 12 グループ B 結果(ハザードマップ) (人)

	Q1	Q2	Q3
全くそう思わない	1	2	1
そう思わない	8	4	2
どちらでもない	0	5	3
そう思う	5	2	6
とてもそう思う	1	2	3

表 13 グループ B 評価の平均と標準偏差(ハザードマップ) (5 点満点)

	Q1	Q2	Q3
平均	2.80	2.87	3.53
標準偏差	1.21	1.25	1.19

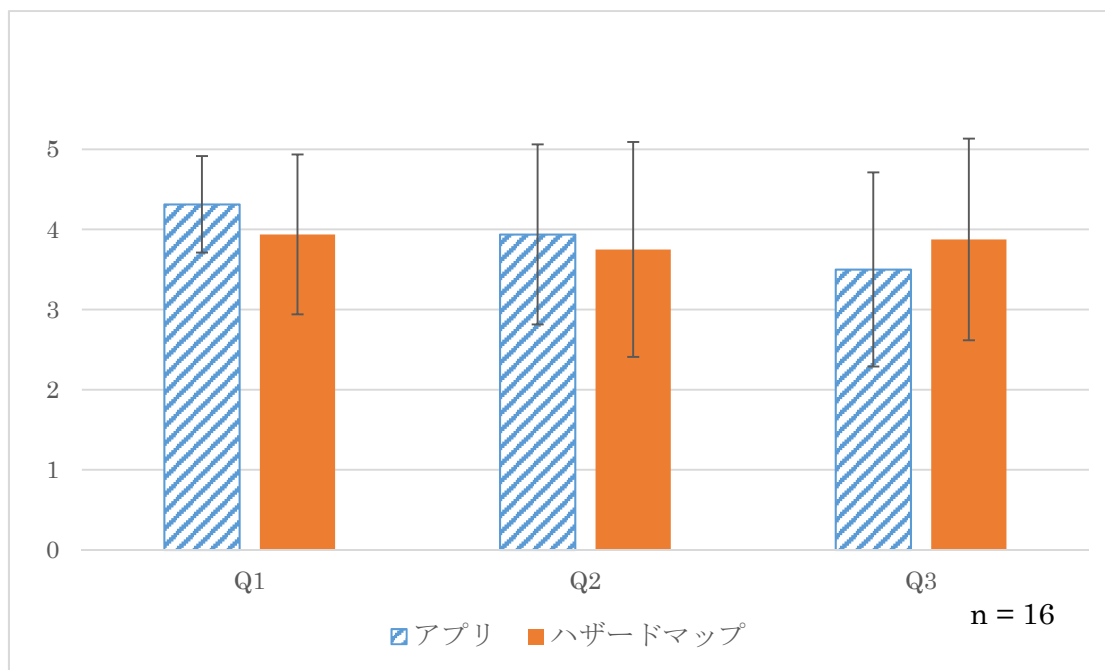


図 24 グループ A 評価平均グラフ



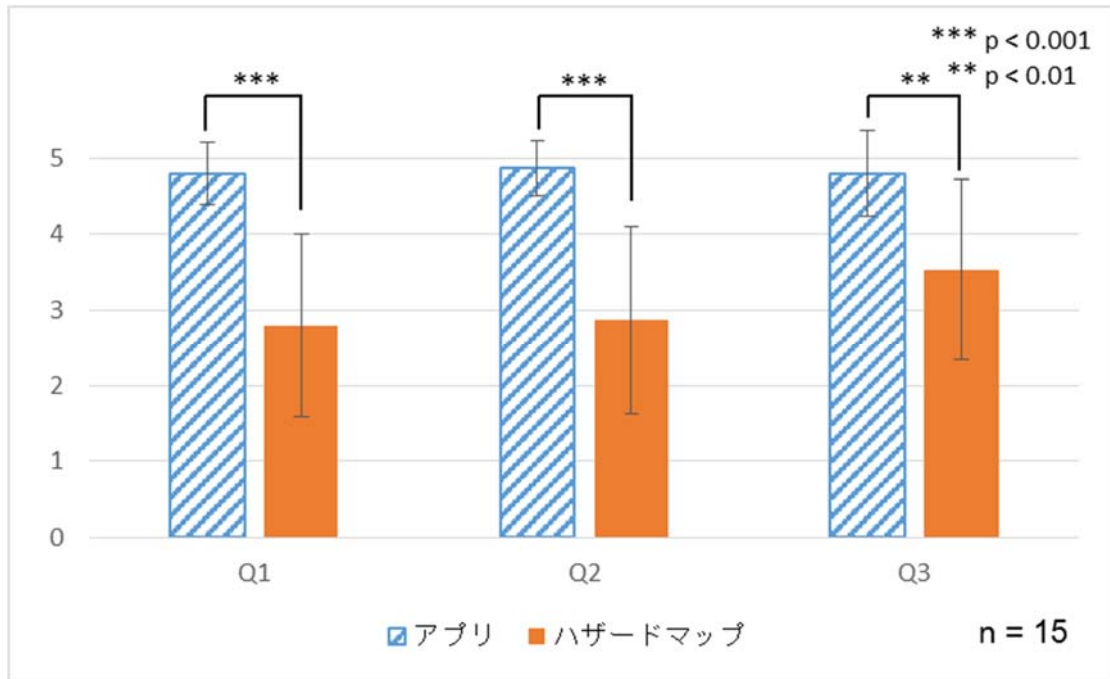


図 25 グループ B 評価平均グラフ

次に、グループ A と B のハザードマップの評価を比較したグラフを図 26 に示す。

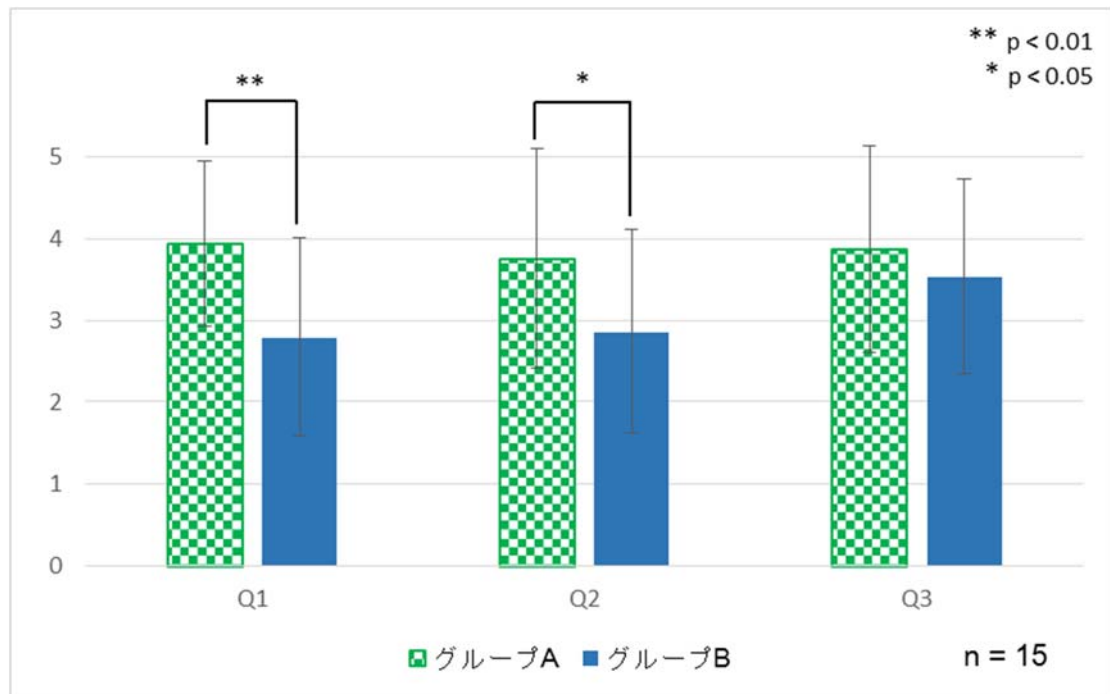


図 26 グループ A と B のハザードマップの評価を比較したグラフ

## 6 考察

評価項目 1「浸水深をイメージできましたか」と項目 2「危機感を感じましたか」に関して、ハザードマップに対して本アプリの方が評価の平均が高いことに有意差が見られた。このことから、本アプリの危機意識向上への効果が示された。しかし、評価項目 3「行動を起こそうと思いましたか」では津波ハザードマップに対して本アプリの方が評価の平均が高いことに有意差は見られなかったが、有意傾向は見られた。これは、実験を行った場所がイベント会場や展示会の会場など、普段過ごしている環境とは異なるため現実味が薄れてしまい、行動に移すという考えまで至らなかった可能性がある。

グループ別に比較するとグループ A（アプリの体験が先）ではすべての評価項目でハザードマップに対して本アプリの評価の平均が高いことに有意差は見られなかった。対して、グループ B（ハザードマップの閲覧が先）ではすべての評価項目でハザードマップに対して本アプリの評価の平均が高いことに有意差が見られた。これは、実験の初めに浸水深が 1.2m であることを伝え、本アプリを先に体験したことで、ハザードマップを見た際、イメージをより具体的に持つことが出来たためと考えられる。

グループ間でハザードマップの評価を比較すると、アンケート項目 1 と 2 に関してはハザードマップに対して本アプリの方が評価の平均が高いことに有意差が示された。このことから、本アプリを使用することで、ハザードマップを読み解く能力が向上したと考えられる。

## 7 まとめ・今後の課題

本研究では、平時における災害への危機意識の向上を目的として、スマートフォンと紙製簡易ゴーグルを用いた災害疑似体験アプリの開発を行った。自治体から提供されたハザードマップの GIS データを利用し、スマートフォンから送信された位置情報からその場所の想定水位を返信する Web-API も開発した。また、ハザードマップと本アプリによる評価実験を行った。評価実験の結果、ハザードマップに対して本アプリの方が危機意識向上に有用であることが示された。しかし、実際の行動に移すかというアンケートでは、本アプリの評価の平均が高いことに有意差は見られなかったが、有意傾向は見られた。この原因として、アプリ体験の場所が普段過ごす環境と違ったことが挙げられる。実験の場所を学校や市民館など被験者が普段過ごす環境で実験を行うことで本実験とは異なる結果が得られると考えられる。一方で、アプリ体験後にハザードマップを見ることで、ハザードマップの評価が上がっていた。これは、アプリ体験によってハザードマップを読み解く能力が向上したと考えられる。

以上の結果を踏まえ、今後はアプリの体験がハザードマップ閲覧に対してどのような影響を及ぼすのか、組み合わせることでより高い教育効果を得られるのかを検証していく。また、今回はハザードマップを対比の対象としたが、実際の災害映像など既存の防災教育との対比を行っていく。さらに、火災状況体験アプリについても評価実験を行っ

ていく。

また、今回イベントや展示会での実験で体験者からアプリの配布についての意見が多くあった。したがって、アプリの一般配布も今後検討していく。また、全国の自治体と協力し、より多くの地域に対応した防災情報サーバを構築していく。配布方法もハザードマップと連携させるなど検討していく。

## 8 本アプリの実証活動の記録（平成 28 年 4 月～平成 29 年 2 月）

平成 28 年 4 月 9 日：蒲郡市生命の海科学館

平成 28 年 6 月 2～3 日：震災対策技術展大阪（グランフロント大阪：大阪市）

平成 28 年 7 月 10 日：田原市白谷海浜公園

平成 28 年 8 月 5～7 日：そら博 2016（幕張メッセ：千葉市）

平成 28 年 8 月 27～28 日：きてみて体感 NHK！（NHK 名古屋放送局）

平成 28 年 9 月 1 日：田原警察署防災訓練（渥美総合運動場）

平成 28 年 9 月 4 日：東海市大田コミュニティ防災訓練（大田小学校）

平成 28 年 9 月 13 日：茨城県土浦市立真鍋小学校

平成 28 年 9 月 14～16 日：日本バーチャルリアリティ学会大会（つくば国際会議場）

平成 28 年 9 月 24 日：西尾市立一色中部小学校防災キャンプ

平成 28 年 10 月 8～9 日：西尾産業物産フェア

平成 28 年 10 月 16 日：田原市堀切市民館まつり

平成 28 年 10 月 22～23 日：東海テレビ感謝祭 2016（名古屋市）

平成 28 年 10 月 23 日：田原市民まつり（田原市文化会館）

平成 28 年 10 月 27 日、11 月 10 日：ソニーグローバルマニュファクチャリング&オペレーションズ株式会社幸田サイト

平成 28 年 11 月 5 日：西尾市 17 万人市民まるごと防災訓練

平成 28 年 11 月 6 日：愛知県総合防災訓練（弥富市）

平成 28 年 11 月 13 日：兵庫県南海トラフ地震住民一斉避難訓練・合同防災訓練（洲本市）

平成 28 年 11 月 19 日：ライオンズマンションニューシティ蟹江防災イベント（蟹江町）

平成 28 年 11 月 20 日：西尾市一色町大塚町内会防災訓練

平成 28 年 11 月 29 日：総務省近畿総合通信局 防災情報通信セミナー秋冬（大阪市）

平成 28 年 12 月 9～10 日：第 12 回防災フェア（豊橋市）

平成 29 年 1 月 28 日：高知県立山田高校（香美市）

平成 29 年 1 月 28 日：蒲郡市防災講演会

平成 29 年 2 月 2～3 日：震災対策技術展横浜（パシフィコ横浜：横浜市）

平成 29 年 2 月 28 日：東京都三鷹市立第七小学校

## 9 参考文献

- [1] 東日本大震災第三者検証委員会. 東日本大震災第三者検証委員会報告書一宮城県名取市閑上地区の検証一. 2014.
- [2] 8.20 豪雨災害における避難対策等検証部会. 平成 26 年 8 月 20 日の豪雨災害避難対策等に係る検証結果. 2015.
- [3] 8.20 豪雨災害における避難対策等検証部会. 平成 26 年 8 月 20 日の豪雨災害避難対策等に係る検証結果【資料編】. 2015.
- [4] 広田すみれ. 地震の揺れ予測地図、防災行動につながらず 研究結果. 朝日新聞 DIGITAL. (アクセス日: 2016 年 1 月 15 日.)  
<http://www.asahi.com/articles/ASHDH5HX4HDHULZU010.html>.
- [5] 鈴木康弘. 防災・減災につなげる ハザードマップの活かし方. 2015.
- [6] 細川直史. 拡張現実(AR)を用いたリスクコミュニケーションツールの開発. 電子情報通信学会総合大会講演論文集 基礎・境界講演論文集 S-64. 2012.
- [7] 細川直史. 消防防災分野における拡張現実の活用. 映像情報メディア学会誌 Vol.66 , No.11 ,pp.929-933. 2012.
- [8] 総務省情報通信政策研究所. 平成 26 年情報通信メディアの利用時間と情報行動に関する調査. 2015.5.
- [9] 鶴川義弘, 福地彩, 栗木直也. スマートフォンを用いた防災教育用津波 AR アプリの開発. 宮城教育大学 環境教育研究紀要 第 16 巻 pp.7-12. 2014.
- [10] 株式会社キャドセンター. 防災情報可視化アプリ「AR ハザードスコープ®」. 2011.
- [11] 広兼道幸, ほか. 拡張現実を用いた集中豪雨疑似体験システムの開発と評価. 土木学会論文集 F6(安全問題), Vol.69, No.2, I\_141-I\_146. 2013.
- [12] リスク対策.com. バーチャルリアリティを生かした防災訓練. (アクセス日: 2017 年 1 月 15 日.) <http://www.risktaisaku.com/sys/news/?p=595>.
- [13] 藤沢市. 藤沢市津波浸水想定 CG. 2014.
- [14] Kanter Group. Smartphone OS sales market share. KANTAR WORLDPANEL. (アクセス日: 2016 年 1 月 14 日.)  
<http://www.kantarworldpanel.com/global/smartphone-os-market-share/>.
- [15] Google. Dashboards. Android Developers. (アクセス日: 2017 年 1 月 14 日.)  
<http://developer.android.com/about/dashboards/index.html>.
- [16] Google. Google Cardboard. Google Cardboard. (アクセス日: 2017 年 1 月 14 日.)  
<https://www.google.com/get/cardboard/>.
- [17] Unity Technologies Japan. Unity-Game Engine. (アクセス日: 2017 年 1 月 15 日.) <http://japan.unity3d.com/>.