

ソフト防災に果たす防災アプリの可能性と課題

有馬 昌宏^{*1}

Possibilities and Problems of Disaster Mitigation Web Applications Which Contribute for Non-structural Measures

Masahiro ARIMA^{*1}

Abstract— In order to mitigate natural disasters, it is important that an individual can access information about various hazards causing natural disasters or hazard maps issued by local governments, various warnings announced by Japan Meteorological Agency and evacuation related information announced by local governments, and emergency evacuation areas designated by local governments. This is especially important for non-structural measures to be effective and influences the individual's ability to decide whether his/her location is safe or not, and evacuate to safer locations if the current location is unsafe. In this article, we evaluate usefulness of those information provided for non-structural measures by applying the concept of “information quality” and consider possibilities and problems of applications for disaster mitigation. We also introduce a prototype web application named “hazard checker” which shows users hazard information, meteorological information and nearby designated emergency evacuation areas based on the users' current location. The feature is available at any location in Japan.

Keywords— disaster mitigation, non-structural measure, web application, hazard map, meteorological information, designated emergency evacuation area

1. はじめに

防災あるいは減災のための対策は、その被害軽減の手法が構造物によるものかよらないもので、ダム、堤防、防潮堤、土地のかさ上げや耐震構造の建造物などの構造物の構築・設置によるハード対策（ハード防災）とハザードマップ、気象や水位や地震などの観測・予測・予報システム、防災教育、土地利用規制などの充実や実施・提供といった構造物には依存しないソフト対策（ソフト防災）の2つに大別できる。わが国では、1990年代半ばころまでは、完成・竣工すれば即座に防災・減災の効果を発揮するハード防災に重点が置かれてきた。しかし、静岡大学防災総合センター牛山研究室 [1] が指摘するように、一般的に多額の費用が必要であるにも関わらず何時必要になるかが分からず、計画超過外力には耐えられず、経済成長とともに居住地域が拡大して危険箇所が増加して整備が追い付かないという問題を抱えてお

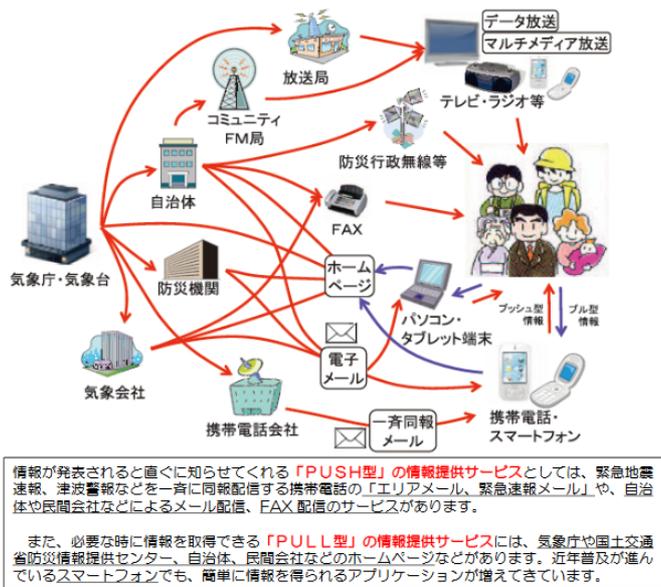
り、長期的な効果が見込めるハード防災に依存するだけでは限界があるという認識が高まってきていた。このような認識の高まりとともに、ブロードバンドの情報通信基盤が全国で整備されてきたことと相俟って、減災対策として期待が向けられるようになってきたのが、防災に関する情報に基づいて必要な場合は避難して災害をやり過ごすという、短期的に対応できて即効性のあるソフト防災である。

しかし、短期的に対応できて即効性があるとしたソフト防災も、構築・設置すれば住民や通勤・通学者や旅行者などの一時滞在者（以下、住民等と略称）はその構造物の存在を意識しなくても災害から命や動産や不動産を守られるという特徴を有するハード防災とは異なり、実効性の面では問題を抱えている。それは、①気象庁から提供される緊急地震速報や防災気象情報（記録的短時間大雨情報などの気象情報、洪水警報などの気象注意報・警報・特別警報、テレメータ水位などの水位に関する情報、高解像度降水ナウキャストなどの雨量に関する情報、津波警報などの津波に関する情報、土砂災害警戒情報などの土砂災害に関する情報など）などの災害の誘因に関する情報、②ハザードマップなどの災害の素因に関する情報、③誘因と素因から自治体が災害の危険を判断して避

^{*1} 兵庫県立大学大学院応用情報科学研究科 兵庫県神戸市中央区港島南町 7-1-28

^{*1} The University of Hyogo, 7-1-28 Minatojima-minami-machi, Chuo-ku, Kobe, Hyogo

Received: 12 September 2017, Revised: 19 September 2017, Accepted: 20 September 2017.



(出典：気象庁 [3])

Fig. 1: 防災気象情報の入手媒体

難行動を促すために発令する避難情報（避難準備情報・高齢者等避難開始、避難勧告、避難指示（緊急））、そして、④指定緊急避難場所などの避難先に関する情報が提供されても、ソフト防災が実効性を上げるためには、住民等には、それらの情報に基づいて避難するかどうか適切に判断し、避難すると判断した場合には、さらに適切な避難先に適切な方法で避難するという判断と行動の過程が求められるという点に起因する。

これまでの災害においては、この住民等による判断と行動の過程が実行されなかったり、実行されても住民等の判断や行動が適切でなかったために、犠牲者や被災者や動産への被害が出た事例が多かったのではないかと考えられる。

本解説では、以上のような認識に基づき、ソフト防災を実効性のあるものとするためには、どのような媒体を使って、どのような内容の情報を、どのようなタイミングで住民等に提供すればよいかについて検討する。

なお、情報を受発信するメディア（媒体）としては、Fig. 1 に示すように多種多様なメディアが利用可能である。また、メディアによる情報提供サービスは、情報が発表されると直ぐに通知されるプッシュ型の情報提供サービスと必要な時に住民等が情報を取得しにいくプル型の情報提供サービスとに分類される。総務省 [2] によれば、2016年時点で世帯保有率が71.8%と7割を超え、個人の所有率は56.8%と5割を超えているスマートフォンは、プッシュ型とプル型の両方の情報提供サービスに対応できるメディアである。

そこで、本解説では、以上の状況を踏まえて、プッ

シュ型とプル型の両方の情報提供サービスが利用できるスマートフォンを活用することを前提に、防災情報の取得と安危情報の発信を可能にするアプリケーション（以降スマホアプリあるいは防災アプリあるいは安否確認アプリと略称）を中心に、防災アプリの可能性と課題を中心に解説を行うこととする。

2. ソフト防災の問題点と可能性

災害（disaster）は、素因あるは災害に対する脆弱性（vulnerability）に外力（hazard, ハザード）あるいは誘因が作用することによって発生する（林春男 [4], 防災科学技術研究所 [5]）。大雨や強風や地震や火山噴火や異常気候などが誘因（外力）であり、素因（脆弱性）は低地や斜面や湿地や軟弱な地盤といった地形や地質などの自然素因と耐火性や耐震性に劣る非耐震木造住宅の密集などの社会素因から構成される。一方、ソフト防災において住民等によって実行される行動は、避難（evacuation）と安全な場所への移転（relocation）に分類され、後者は中・長期的な対応となる。

したがって、構造物に依存しない防災対策であるソフト防災の肝は、①居住地や通勤・通学地のハザード別の素因に関する情報を獲得してその意味を確認・理解し、②ハザードに対する脆弱性が高い場合には災害をもたらす誘因の発生・接近に関する防災気象情報を獲得して災害の発生の可能性を判断し、③災害の可能性があれば、災害種別で指定されている指定緊急避難場所などの当該ハザードから安全な場所へ避難する、という避難に関する判断と行動を行うことに存在すると言える。また、減災においては、逃げ遅れた場合などの救助において安危情報の受発信と安否確認が必要となるが、この安否確認に関わる活動も本解説ではソフト防災の範疇に含めることとする。

以上から、ソフト防災を有効に機能させるためには、地域内のハザード別の脆弱性の空間分布と避難のための避難場所および避難経路などに関する情報とハザード別の誘因の地域での発生や地域への接近を知らせる防災気象情報を組み合わせて提供することが重要になる。また、これらの情報が、住民等に適切な避難が必要かどうかの判断を促し、避難の判断の場合には適切な避難先に適切なタイミングで適切な方法で避難することに貢献できるかどうか重要になる。

ここで、ハザード別の脆弱性の空間分布と避難のための情報の情報源として自治体が整備・公開しているのが「自然災害による被害の軽減や防災対策に使用する目的で、被災想定区域や避難場所・避難経路などの防災関係施設の位置などを表示した地図」（国土交通省国土地理院 [6]）であるハザードマップ（hazard map, 被害予測

Table 1: ハザードマップの種類と公表・公開自治体

ハザードマップ名	根拠法	作成基準	作成基準 公表年	公表 自治体 数	インター ネット 公開数
洪水ハザードマップ	水防法	水害ハザードマップ 作成の手引き	2016	1,310	1,228
内水ハザードマップ	水防法 (2015年改正)	水害ハザードマップ 作成の手引き	2016	307	287
高潮ハザードマップ	水防法 (2015年改正)	水害ハザードマップ 作成の手引き	2016	123	107
津波ハザードマップ	地震防災対策 特別措置法 津波防災地域づ くりに関する法律	津波・高潮 ハザードマップ マニュアル(改訂)	2005	566	519
土砂災害 ハザードマップ	土砂災害防止法	土砂災害ハザードマップ 作成のための指針と解説(案)	2005	910	749
火山ハザードマップ	-----	火山防災マップ 作成指針	2013	82	59
地震ハザードマップ (震度被害マップ)	地震防災対策 特別措置法	地震防災マップ 作成技術資料	2005	1,086	755

注) 国土交通省[7]わがまちハザードマップ等を参照しながら筆者作成(2017年9月1日時点)

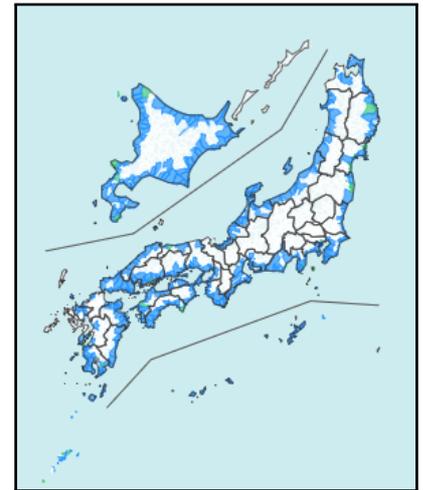


Fig. 2: 津波ハザードマップの公表・公開自治体の状況 (出典: 国土交通省 [7] わがまちハザードマップ, 津波ハザードマップ, 2017年9月1日時点)

図, 被害想定図など) である。ハザードマップについては、代表的なハザードマップについて、Table 1 にそれぞれの作成の根拠法、作成基準の名称および公表年、公表自治体数とインターネットでの公開自治体数 (「国土交通省 [7] の「ハザードマップポータルサイト」の「わがまちハザードマップ」での 2016 年 1 月 6 日時点での集計数、ただし地震ハザードマップは 2014 年 4 月実施の「地震防災マップ実態調査」による) を要約して示している。

Table 1 から、洪水ハザードマップ、地震ハザードマップ (国土交通省ハザードマップポータルサイトでは、震度被害マップ、地盤被害マップ、地盤被害 (液状化) マップ、建物被害マップ、火災被害マップ、避難被害マップ、その他被害マップ、総合被害マップに分類されており、Table 1 に示すのは震度被害マップである)、土砂災害ハザードマップを作製・公表している自治体は、それぞれ 1,310 団体 (インターネットで公開は 1,228 団体、以下同様)、1,086 団体 (755 団体)、910 団体 (749 団体) である。また、津波ハザードマップを作成している自治体は 566 団体、インターネットで公開している団体は 519 団体に上り、Fig. 2 に示すように、海岸線を有している自治体のほとんどで津波ハザードマップが公表・公開されている。これより、1990 年代から 2000 年代にかけての各種のハザードマップの作成・整備が急務であった時期は終わり、作成・整備されたハザードマップをいかに利活用して自然災害からの被害を最小限に止めるかを考える時期に入っていることが窺える。

ただし、ハザードマップがすぐに利活用できるかには問題がある。兵庫ニューメディア推進協議会災害ハザード

関連空間情報調査研究グループ [8] の調査によれば、ハザードマップ作成時および住民の転入手続き時に紙媒体の当該自治体だけをカバーするハザードマップを配布する自治体が一般的であることが示されている。また、ハザードマップをインターネットで公開している場合も、「機械判読に適したデータ形式で、二次利用が可能な利用ルールで公開されたデータ」(総務省 [9]) と定義されるオープンデータに関する T. Berners-Lee [10] の 5 つ星スキームでは「人間が理解するための公開文書 (編集不可)」という最低レベルの 1 つ星に分類される pdf 形式での公開が殆どである。機械判読可能な公開データという 3 つ星に分類される Shape 形式 (.shp ファイル) でハザードマップを公開している自治体は、2017 年 9 月 1 日時点で、Shape 形式の洪水ハザードマップを公開している群馬県前橋市、Shape 形式の内水ハザードマップを公開している広島県広島市、Shape 形式の高潮ハザードマップと津波ハザードマップを公開している広島県、洪水ハザードマップと土砂災害ハザードマップと津波ハザードマップと高潮ハザードマップとため池災害ハザードマップを Shape 形式で公開している兵庫県があるなどで、現時点では、自治体によるハザードマップのオープンデータとしての公開の動きは非常に限定的である。

また、2013 年の災害対策基本法の改正で、市町村長による 8 種類 (洪水、崖崩れ・土石流及び地滑り、高潮、地震、津波、大規模な火事、内水氾濫、火山現象) の災害種別に災害の危険から命を守るための緊急的に避難する場所である「指定緊急避難場所」の指定制度が 2014 年 4 月から施行されている。しかし、総務省消防庁が全国 1,741 の市区町村から指定緊急避難場所のデータを取

集し、国土交通省国土地理院 [11] が地理院地図でこれらの指定緊急避難場所のデータをオープンデータとして公開しているが、現時点では、901 自治体からの提出に止まっており、全国をカバーするまでには至っていない。

以上から、詳細な議論は「情報品質」の概念を導入する次章以降で行うが、ソフト防災を実効性のあるものとするための前提の一つである素因に関するデータ（災害種別のハザードマップ）と避難行動で必要となる避難先のデータ（指定緊急避難場所の名称と所在地のデータ）の整備と公開が全国の自治体で完全ではないという問題が存在している。

一方、ソフト防災のための情報のもう一つの柱である緊急地震速報や防災気象情報などの誘因に関する情報ならびに市町村長が発令する避難情報については、Fig. 1 に示したように、多種多様なメディアを通じて住民等に向けて配信されている。

特にスマートフォンの利用者にとっては、気象庁が配信する緊急地震速報、津波警報、気象等に関する特別警報、ならびに国・地方自治体が配信する災害・避難情報が、回線混雑の影響を受けないプッシュ型のエリアメール（NTT ドコモ）あるいは緊急速報メール（au, SoftBank, および Y!mobile）として配信され、逆にプル型で住民等がスマートフォンを操作して気象庁や国土交通省の防災情報センターのサイトにアクセスすることで、いつでも必要な情報を取得することができるようになっていく。

また、スマートフォン向けのアプリケーションとして提供されている「NHK ラジオ らじる★らじる」や「radiko.jp」をインストールすることで、中波、短波および FM のラジオ放送を聴取することが可能であり、携帯電話・移動体端末向けの 1 セグメント部分受信サービス（以降ワンセグと略称）対応のスマートフォンはもとより、ワンセグ対応の機種でなくてもワンセグチューナーを接続することでスマートフォンでテレビ放送を視聴することも可能である。加えて、メール機能を利用して、都道府県や市区町村が運用している防災情報等配信メールサービスに登録して、自治体が配信する防災情報等を受け取ることも可能である。

さらに、気象庁からの防災情報等や自治体からの災害・避難情報に加えて、ガスや電気などのライフライン事業者や鉄道などの交通関連事業者からの情報も、2017 年 9 月 1 日時点で 467 機関からの情報がまとめられて、一般財団法人マルチメディア振興センターが運営する「災害情報共有システム」（Lアラート）を介して移動体通信事業者、地上波およびケーブルの放送事業者、新聞事業者などによって住民等向けに配信され、スマホアプリを通じてこれらの情報を獲得することが可能である。

このため、スマートフォンは誘因（あるいはハザ-

ード）に関する防災気象情報の収集と避難行動のトリガーとしての災害・避難情報の取得には非常に有効な情報機器として機能する。

以上をまとめると、多種多様なメディアを介してリアルタイムで時々刻々と変化するハザード別の誘因に関する防災気象情報は、スマートフォンを利用すれば全国レベルで比較的容易に取得可能である。これに対して、ハザードマップが提供してくれる住民等が滞在あるいは通過している地点のハザード別の素因あるいは脆弱性に関する情報の取得は、時間的には大きく変化しない安定的な地域の情報であり、ハザードマップの整備・公開・配布が進み、国土交通省のハザードマップポータルサイトのように全国のハザードマップが閲覧できるウェブサービスも提供されているとは言え、住民等にとっては入手や利活用が難しいのが現状であることがわかる。

この誘因に関する情報の入手のしやすさに比して素因に関する情報の入手が難しいというアンバランスが、誘因と素因で生じる災害の予測や発生の認知を難しくし、ソフト防災が機能するかどうかの鍵を握る住民等による避難に関する判断と行動に関わる過程が短絡され、結果として逃げ遅れによる被害の拡大をもたらしているものと考えられる。

したがって、ソフト防災の実効性を上げるには、素因に関する情報を入手しやすくすること、そして住民等が滞在あるいは通過している地点の素因、すなわちハザードに対する脆弱性の有無および高低を正しく判断させることが一つの方策であり、このためにスマートフォンを利活用することが考えられるのである。

3. ハザードマップの現状とその情報品質

3.1 現行のハザードマップの課題

2015 年 9 月に関東地方及び東北地方で発生した豪雨により、鬼怒川の堤防が決壊し、氾濫によって茨城県常総市の市内一円が浸水する甚大な被害があった。その際、「逃げ遅れ」が問題視され、常総市水害対策検証委員会 [12] によると、常総市内の救助人数は 4,258 名に上ったとされている。

常総市の洪水ハザードマップによれば、鬼怒川が氾濫すれば、市内一円が浸水することは想定されていたことであった。しかし、災害発生時のハザードマップの利用状況については、中央大学河川・水文研究室 [13] が常総市内で浸水または避難勧告等が発令された地区の住民を対象に、2015 年 11 月 21 日から 11 月 23 日の期間でヒアリング調査（留守宅はアンケート調査）を行っているが、その結果は、ハザードマップが避難の判断と行動に有効に活用されていなかったことを示すものであった。

この調査では、有効回答件数 516 件のうち、災害発生

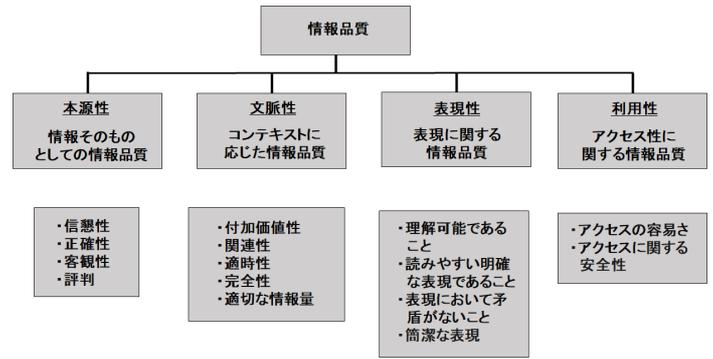
時にハザードマップを見たかどうかについては93.6%が「見ていない」と回答し、日頃のハザードマップの活用状況については「知らない、見たことがない」が61.0%、「ハザードマップを見たことがあるがどこにしまっているか分からない」が18.4%であり、「ハザードマップを見て自分の家がどの程度浸水する可能性があるか分かっている」は6.4%にとどまり、ハザードマップの認知率と利用率の低さが露呈している。一方で、避難した人300人の避難したきっかけは「避難勧告・避難指示を聞いたから」が34.0%、「家族、近所の人、市の職員等に避難を勧められたから」が31.7%で、多くの住民は防災気象情報に基づく主体的判断で避難したのではなく、他人や行政の判断に依存して避難した状況が示されている。

以上から、ハザードマップが作成・配布されていても、それを見て自宅およびその周辺の素因を理解していなければ、誘因に関する防災気象情報がどれだけ頻繁に正確かつ詳細に提供されても避難行動はもとより避難の判断にはつながらず、逃げ遅れにつながることを示されたと言えよう。我々は、脅威への遭遇を他人事だと捉える傾向である「正常性バイアス」を持つとされ、この正常性バイアスが適切な避難行動を阻害すると指摘されている。常総市においてもこの正常性バイアスが逃げ遅れを誘発したと考えられるが、災害に対する脆弱性が高い地域では、ハザードマップでハザードによる脅威の存在を認識させて正常性バイアスを低減させ、災害の発生を自分事として捉えさせて自発的な避難行動につなげさせることが重要なのである。

3.2 ハザードマップの情報品質

モノに品質があるように、情報にも品質がある。情報品質については様々な研究がなされてきているが、Wang et.al.[14, 15]は「特定の時期に特定の利用者が特定の目的のために行う利用にデータが適合するかどうか」と定義し、Fig. 3に示すように、情報そのものとしての情報品質 (intrinsic; 本源性)、コンテキストに応じた情報品質 (contextual; 文脈性)、表現に関する情報品質 (representational; 表現性)、アクセス性に関する情報品質 (accessibility; 利用性) の4つの次元とその下位にある15のサブカテゴリーで測定できるとしている。

素因に関する情報と避難先や避難経路に関する情報を提供してくれるハザードマップは、誘因に関する情報である防災気象情報と組み合わせることで災害の発生の可能性を判断し、適切な避難先と避難経路を判断して実際の避難行動を適切に行うためのものである。したがって、ハザードマップの情報品質の高低は、ある地域で災害の発生が予測される場合や災害が発生した直後に、当該地域の住民等が避難するかどうか、避難するならばどこにどの経路で避難するかという意思決定に有効に貢献できるかどうかで決まることになる。



(出典：村田 [16] を参考に筆者作成)

Fig. 3: 情報品質の概念フレームワークと測定次元

3.3 ハザードマップの情報品質の現状

紙媒体のハザードマップの情報品質については、小畑・有馬 [17] で詳しく評価されているが、利用性に関しては、ハザードマップは作成時や転入時に居住地でしか配布されず、他の紙に紛れて所在が不明でいざという時に参照できないことが多く、利用性に関する情報品質は低いと言わざるを得ない。

このハザードマップの利用性の品質の低さを改善するために、国土交通省 [7] が「ハザードマップポータルサイト」を構築・運営しており、「重ねるハザードマップ」では、GPS 機能を利用しての現在地指定や住所入力あるいは地図上での地点指定で指定地点の各種ハザードの有無を確認できるとともに各種のハザードマップや背景図を選択の上で重ねて表示できるようになっている。また、「わがまちハザードマップ」では、各自治体のウェブサイトの pdf 形式で提供されているハザードマップのページにリンクが張られている。この国土交通省の「ハザードマップポータルサイト」は、津波ハザードマップを含めて、表示できるハザードマップは全国をカバーしており、各種のハザードマップや背景図などを選択して表示できるなど、その機能は非常に優れていると言えるが、誰もがマニュアルなしで簡単に使えるという操作性の観点から評価すると、改善の余地は大いにあると言える。

表現性に関しては、ハザードマップを利活用するには地図が読めて、その上で各種ハザードや指定緊急避難場所や避難所等に関する凡例とその防災上の意味を理解できる必要があるが、一瞥して避難すべき地点かどうかを判断し、避難するのであればどこにどの経路で避難するかを読み取るには難があり、さらなる工夫が必要であると言える。また、ハザードマップの作成基準の改定やハザードマップの縮尺の違いなどに起因して、自治体間でハザードマップの名称や記載内容に統一性がなく、統一のための記載事項の変更や情報の追加に時間とコストがかかるという問題の存在も指摘できる。

文脈性に関しては、自治体から配布されるハザードマップの裏面や余白などで防災知識を紹介するなどして防災関連情報を提供することで付加価値性を高めるなどの工夫がなされている。しかし、発災直前や発災直後の避難行動の局面での情報取得から判断を経て避難行動へという過程でのハザードマップの利用シーンを考えると、①テレビやラジオやスマートフォンなどの携帯端末や防災行政無線などのメディアからの情報取得、②ハザードマップ上での現在地点の確定、③現在地点のハザードの有無のチェック、④ハザードがある場合の避難すべき場所あるいは避難すべき方向の確認、⑤家族や通勤・通学先への安危連絡、という一連の行動を短時間でとることになるが、これらの行動にハザードマップが資することができれば、ハザードマップの情報品質は著しく向上することになる。なお、平時の防災活動で居住地や通勤・通学先での③と④の行動を事前学習しておくことは可能であり、そのためにも文脈性の情報品質が高いハザードマップは必要である。

また、ハザードマップは市区町村ごとに作られ配布されるが、市区町村界を超えて生活する住民等にとっては一つの自治体のハザードマップから得られる情報は完全な情報とは言えず、文脈性の次元を構成している完全性が満たされていない。

さらに、素因に関わる情報を示すハザードマップが適切な避難行動に貢献できるためには、災害を引き起こす誘因に関する情報、すなわちリアルタイムの防災気象情報と組み合わせた利用が必要である。ハザードマップで判定される地理的危険性と、洪水や土砂災害の警戒情報などの防災気象情報が発令されて動的あるいは時間的な危険性のいずれもが高いときに避難をすべき逃げ時となる。しかし、静的情報であるハザードマップと動的情報である防災気象情報を組み合わせた、言わば「ハイブリッドハザードマップ」は、情報の作成者がそれぞれ異なることから、同一のシステム内で運用することは困難である。このため、住民等にとって動的情報のないハザードマップは、付加価値性は低く、関連性にも欠けることになる。

信憑性や正確性に関わる情報の本源性については、2015年の水防法の改正によって、洪水、内水、高潮の各ハザードマップでは、想定し得る最大規模の洪水、内水氾濫、高潮に対する避難体制の充実・強化が求められることとなり、情報品質は高まることが期待される。しかし、ある大きさの災害を想定してハザードマップが作成されているため、想定外の災害が発生した場合には、ハザード表示がない地域でも災害が発生する可能性のあることを、すなわちハザードマップの正確性は完全には保証できないことを常に考えて、提供する自治体サイドではこの点が住民等の利用者に理解されるように、利用

する側の住民等は臨機応変かつ柔軟に対処していくように、それぞれが対応していく必要がある。

4. 防災アプリの現状と課題

いつでも、全国どこでも、外国人を含めて誰でもが容易にハザードマップにアクセスでき、避難すべきかどうか、避難するのであればどこに避難するか意思決定と実際の避難行動を支援できれば、ハザードマップの情報品質は飛躍的に向上することになる。このハザードマップの情報品質の向上に資するツールとして、先述したように、総務省 [2] の通信利用動向調査によれば、2016年11月から12月にかけて実施された最新の調査では、世帯普及率が71.8%（前年より0.2ポイント減少）、個人所有率が56.8%（前年より3.7%の増加、6歳から12歳では33.8%、13歳から19歳では81.4%、20歳代では94.2%、30歳代では90.4%、40歳代では79.9%、50歳代では66.0%、60歳代では33.4%、70歳代では13.1%、80歳以上では3.3%）に達しているスマートフォンの利用が考えられる。

実際、スマートフォンの普及を受けて、民間事業者からはスマートフォンを通じて防災に資する情報を提供する防災アプリの開発と提供が進んできており、自然災害の危険が高く財政にも比較的余裕のある一部の自治体でも、独自の防災アプリの提供が進みはじめている。

このように防災アプリの提供が進みはじめている中、どのような機能を有した防災アプリが提供されているのかの実態を明らかにするために、有馬・田中 [18] は「防災アプリ」をキーワードに、インターネット上での検索を行い、検索された防災アプリにどのような機能が具備されているかを確認している。その結果、2015年8月末時点で50の防災アプリが確認され、11の機能別に機能の有無を確認したところ、Table 2に要約して示すような結果を得ている。

Table 2から、防災アプリの機能は、①地震・津波情報をはじめとした情報提供を主とするアプリ群（警戒情報通知アプリ）、②指定避難所の位置や開設状況ならびに指定緊急避難場所・指定避難所への経路案内を主たる機能とするアプリ群（避難所案内アプリ）、③安否確認を主たる機能とするアプリ群（安否確認アプリ）、④ハザードマップの表示を主たる機能とするアプリ群（指定地点危険性確認アプリ）、の4つに大きく分類できることが判明したとしている。

防災アプリの提供する防災情報の情報品質に関しては、情報品質の文脈性の次元では、付加価値性に関連して、分類された機能の全てを提供するアプリは存在しないことが判明したとしている。情報品質の表現性の次元では、地図を読めない人やハザードマップの凡例を理解

Table 2: 防災アプリの機能分類と機能分類別防災アプリ数

機能	機能の定義	アプリ数
1 気象警報等	気象庁が発表する6種類の特別警報, 7種類の警報, 16種類の注意報が現在地において発表されているかを確認できる	6
2 地震・津波情報	気象庁が発表する緊急地震速報, 震度速報, 津波警報, 津波注意報が現在地において発表されているかを確認できる	22
3 避難情報	市町村の避難指示・避難勧告などが現在地周辺で出されているかを確認できる	3
4 避難所の表示	現在地周辺の避難所名を確認できる	13
5 避難所の情報	避難所の収容人数, 避難所の災害分類などを確認できる	8
6 避難所までの経路案内	現在地から避難場所までの経路を案内する機能がある	13
7 安否確認	災害時に自分の安否情報を, 事前に登録したグループに知らせる機能がある	15
8 現在地の安全性確認	現在地がハザードマップ等から判断し, 安全かどうかを確認できる	2
9 ハザードマップ表示	現在地のハザードマップを表示する機能がある	7
10 英語対応	日本語だけでなく, 英語にも対応している	31
11 オフライン使用	災害時に電波障害が起った場合でも地図が閲覧できるように, 予め地図をダウンロードできる機能がある	6

(出典: 有馬・田中 [18], 調査対象アプリ数は 50 であるが, 機能が重複するアプリがあるので総計は 50 にならない。)

できない人のためにハザードマップから現在地が安全かどうかを判定してくれるアプリは 2 つを確認できたが, 1 つは地域限定での津波ハザードマップを, もう 1 つは洪水ハザードマップを利用するもので, 全ての種類のハザードマップを利用して現在地などの指定した特定地点のハザードからの危険性の有無とその具体的内容をテキストや記号で知らせてくれるアプリは存在していないことを確認したとしている。

以上から, 電話や電子メールの送受信といったコミュニケーション機能, 緊急警報の受信機能, テレビやラジオの受信機能, 静止画表示や音声・動画再生などを含めたウェブサイト閲覧機能, ウェブサイトからのデータダウンロード機能, ダウンロードしたデータを処理して表示・再生する機能, 画面の明るさを利用した懐中電灯機能, 本体を振動させる機能などのスマートフォンに装備されている機能を活用すると, 前章で検討したハザードマップの情報品質の向上のみならず, 災害発生の直前・直後の避難関連行動を支援することで, 防災・減災に大きく資するアプリの設計・開発が可能であり, そのようなアプリの登場が待たれるところであるとの結論が引き出されている。

防災アプリに関しては, 総務省消防庁防災情報室 [19] が, Google-Play または AppStore からダウンロードできるアプリを対象に, 「防災」, 「避難」, 「津波」等のキーワードで, 津波災害時に避難行動を支援する 53 件の防災アプリを抽出してその機能を評価している。国土交通省国土地理院と水管理・国土保全局は, 内閣府と協力して災害時等に役立つ防災アプリの公募に 2014 年度から取り

組んでおり, これまでの 3 年間で重複も含めて 54 件の防災アプリの応募があり, 1 件の防災アプリ大賞, 12 件の防災アプリ賞, 7 件の入選を選定している。しかし, これら 107 件の防災アプリの対象地域は特定の市区町村に限定されており, 対象となる災害種別も特定の災害に限定されたアプリが殆どで, 2015 年度までの防災アプリ公募への応募アプリの中には, 全国を対象に全ての災害種別に対応しているアプリは存在しなかった。

5. 情報品質を高める防災アプリの設計と開発

住民は, 通勤・通学だけでなく, 買い物や通院や旅行や出張などで居住自治体の境界を越えて全国各地に出向く可能性があり, 日本人だけでなくインバウンド観光で海外からの旅行者も日本各地を訪問していることも考慮すれば, これまでのハザードマップの情報品質と防災アプリの現状の評価の議論も踏まえて, 期待される防災アプリは, 以下のような機能を有したものであると我々は考えている。すなわち, 地図を読めない日本人や視聴覚に障害を有している人や日本語がわからない外国人を含めて誰もが, 日本全国どこにいても, ①現在地に自然災害の発生の危険が迫っているかどうかの誘因, すなわち防災気象情報ならびに災害・避難情報が取得でき, ②発生が迫っている自然災害から現在地ならびに周囲が安全かどうかを当該の災害種別のハザードマップを利用して確認でき, ③現在地が危険な場合には避難すべき場所・地域が確認できて避難経路の選択が支援され, ④家族や通勤・通学先 (さらには居住地の自主防災組織) へ安危

を連絡する、という発災直前から発災直後にかけての避難関連の一連の行動を支援する情報活動が簡単な操作で行えるウェブアプリとしての防災アプリである。

このような防災アプリを設計・開発するにあたり、警戒情報通知アプリに相当する部分はLアラート（災害情報共有システム）の利用を、指定地点危険性確認アプリと避難所案内アプリに相当する部分は我が国のオープンデータ戦略の推進の流れの中で国土交通省や全国の自治体からのオープンデータ化が進められている機械可読型（Shape形式、KML形式、XML形式）のハザードマップ（あるいは浸水想定区域図）データおよび指定緊急避難場所・指定避難所などの避難所データの利用を考え、安否確認アプリに相当する部分は災害時には真っ先に家族に安危連絡をするであろうという行動特性を利用した自律分散型のシステムを考え、この防災アプリに“HYO-GO”（Hazard（ハザード）とYukue（行方）のOshirase（お知らせ）へGo）という愛称をつけることとした。

防災アプリ“HYO-GO”の指定地点危険性確認アプリ機能と避難所案内アプリ機能は、「ハザードチェッカー」という名称の単独の防災アプリとしても提供しており、その設計概念はTable 3に、操作方法と画面表示例はFig. 4に示す通りである。

全国のハザードマップを網羅するためには、ハザードマップを構成している浸水深別の浸水想定区域や警戒区域などのポリゴンデータを取得する必要がある。全国レベルで空間情報を提供している国土交通省の国土数値情報ダウンロードサービスからは、公開されて二次利用が可能な都道府県の洪水および津波の浸水想定区域、土砂災害警戒区域、土砂災害危険箇所、密集市街地のデータを、内水氾濫および高潮の浸水想定区域については独自でオープンデータとして公開している自治体のオープンデータカタログサイトからデータを取得し、これらを利用した。立退き避難先である指定緊急避難場所については、最新のデータを使用する必要があり、国土地理院の

地理院地図のタイルデータ（1,741自治体中の901自治体分）を一般社団法人社会基盤情報流通推進協議会のG空間情報センターがAIGIDで加工・編集したShape形式のポイントデータを利用している。

災害リスクの有無の一覧表示とは、国土交通省の「重ねるハザードマップ」のように単に各種ハザードマップを重ねて表示するだけでなく、指定した地点で重ねたハザードマップを串刺し式にチェックして、津波、高潮、洪水、内水、土砂災害、地震火災（密集市街地）からの危険性（災害素因）の有無を調べ、一覧表示する機能を指す。この機能により、ある地点の有する各種災害の潜在的危険性を地図と凡例から読み取る必要がなくなる。その結果、地理に不案内な人や地図リテラシーが低い人でも、GPS機能による現在地指定やランドマークと地図上でのマーカー移動により、任意の地点の危険性の有無を即座に知ることができ、災害種別に対応する指定緊急避難場所の位置も地図上ですぐに確認できるのである。

この機能を可能にするのは、MySQLの空間関数である。確認したい地点の座標と、データベース化しておいたハザードマップ関連のポリゴンデータの情報との図形的な関係をデータベースの空間関数で計算処理して内外判定を行うことができ、この一連の処理を災害種別ごとに繰り返すことで災害発生の想定区域内か否かを整理した一覧表を表示することができる。

また、津波の被害と関係する海岸線からの距離は、内外判定用の空間関数ではなく、地点とその地点が属する海岸線のポリゴンとの間の最短距離を求める空間関数を用いることで計算ができる。なお、この考えを応用すれば、浸水想定区域内にある地点から浸水想定区域外に出るための最短距離とそのための移動方向を求めることも可能となる。

一方、防災気象情報を表示するためには、気象庁がXML形式のファイルで公開しているのをこれを用いる。XML形式のファイルを取得するためのWebAPIは先端IT活用推進コンソーシアム（AITC）が2018年8月までの期間限定で公開している。位置検索APIと気象庁防災情報XML検索APIを用いて気象庁防災情報XMLを取得する。これによって任意の地点を含む都道府県および市区町村に発令されている最新の予警報や土砂災害警戒情報などを取得することができる。

6. 防災アプリの公開とその評価

我々が開発した防災アプリは、スマートフォンやPCのウェブブラウザから「ハザードチェッカー」のトップページ（URL: <https://upper-bosai-apli-hyogo.ssl-lolipop.jp/confirm/lonlat.html>）にアクセスして利用する。GPS機能が有効で現在地の緯度・

Table 3: 情報品質向上のためのアプリでの実現機能

品質の次元	サブカテゴリー	実現する機能
文脈性	・完全性	全国のハザードマップを全災害種別で網羅
	・付加価値性 ・関連性	気象庁防災情報を表示
表現性	・理解可能 ・明確な表現	地図リテラシー低級者用に災害リスクの有無を記号や色も使って一覧表示
利用性	・アクセス容易	インストール不要のウェブアプリ
		使いやすいUI設計

利用方法

ステップ1 ウェブサイトへのアクセス

(事前登録やダウンロードやインストールは不要)

- ①QRコードから
- ②URL 入力「http://urx3.nu/zk2F」
- ③検索 「ハザードチェッカー」
- ④お気に入り・ブックマークへの登録



ステップ2 使用言語の選択と

ハザードの有無を確認したい地点の指定

多言語対応

GPS 機能オンであればここをタップするだけ

住所・ランドマーク入力で地図上でマーカー移動して「今そこ危険？」をタップ

ステップ3 結果の確認と避難の判断と行動

The screenshot shows the 'Hazard Checker' web application interface. It includes sections for 'Location' (住所), 'Weather and Tide Information' (気象防災情報), 'Hazard Confirmation Results' (危険性確認結果), and 'Flood Simulation' (洪水シミュレーション). The flood simulation section shows a map with a red marker and a graph of water depth over time.

現在地あるいは指定地点のハザードの有無と気象防災情報が同時に文字と記号と警告色で表示されるので、地図を読めず、ハザードマップの凡例を理解できなくても、即座の避難判断に有効。洪水と土砂災害と津波のハザードマップを切り替えて表示でき、最寄りの避難場所・避難所も災害別に○×のリストと地図上に記号で表示されるので、表示される標高と合わせて、どこに避難するか意思決定と実際の避難行動にも有効。自治体の防災ページにもリンク。

This screenshot shows the map interface of the Hazard Checker. A red marker is placed on the map, and a button labeled '今ここ危険?' (Is it dangerous here?) is visible. A callout box explains that users can input their location or a landmark to move the marker on the map.

ステップ4 浸水到達余裕時間の確認

This screenshot shows the flood simulation results. It includes a graph titled '相模川の浸水シミュレーション' (Simulatioon of Inundation in Sagami River) showing water depth over time. Below the graph is a table of evacuation times for various locations.

避難所・緊急避難場所	警報	避難	津波	洪水	土砂
産業団地センター	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
港小学校	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
中央体育館	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
中央図書館	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
こらべまねびの会館	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

避難時間を破る洪
の時建水
のため間点ナ
の指人破
定地堤利
点のイた
時間ラ
も表示。定
して
浸
す
求
め
て、
避
最

Fig. 4: 「ハザードチェッカー」の操作法と危険性結果確認画面

経度情報が取得できる場合は、「今ここ危険？」ボタンをタップ（またはクリック）することで、画面が危険性確認結果画面に遷移する。この危険性確認結果画面では、現在地の住所、標高および海岸線からの距離が表示され、オープンデータとして公開されている災害種別（洪水、内水、津波、高潮）の浸水想定区域図あるいは土砂災害特別警戒区域、土砂災害警戒区域、土砂災害危険箇所、地震時の延焼拡大危険性を示す密集市街地の指定地域図を利用して、現在地がどのようなハザードに対して脆弱性が高く具体的にどのような危険があるかが、ピクトグラムと注意喚起記号と多言語対応のテキストと警告色を交えた一覧性と危険認識

性の高い表形式で表示される。さらに、これらの表形式での危険性判定結果に加えて、現在地に近い5箇所の指定緊急避難場所の名称と対応する災害種別が一覧表形式で表示される。

現在地ではなく、旅行先や離れて暮らす家族などの居住地の災害からの危険性を確認することも可能である。この場合には、住所またはランドマークを入力して地図上でマーカーを移動させて地点を微調整するか、直接に地図上のマーカーで地点を指定することで実行できる。

スマートフォンの場合は画面をスクロールダウンすることで、PCの場合は画面の右に、先端IT活用推進コンソーシアムの提供する気象庁XML用APIを利用して現

在地の属する都道府県および市区町村に発令されている防災気象情報が表示され、気象庁の各種防災情報のページへのリンクと国土交通省の川の防災情報と防災情報提供センターへのリンクが表示される。これらのリンク先からは、自治体の防災あるいは危機管理担当部局の担当者が避難情報の発令を検討する際に利用する降水量や河川の水位や河川監視カメラからの映像などの情報とほぼ同等の情報が入手可能である。

したがって、PCの場合は画面の左右（スマートフォンの場合は画面の上下）で、左（上）に表示される素因に関する脆弱性が存在するかどうかの判定結果と、右（下）に表示される誘因の接近や発生を知らせる情報を組み合わせることで、住民等が主体的に災害の発生の可能性を予測でき、避難するかどうかの判断をより適切に行うことができるようになる。避難する必要があるれば、さらに下に表示される現在地を中心とするグーグルマップあるいは国土地理院の標準地図や淡色地図や航空写真を背景地図とするハザードマップとハザードマップ上に表示される指定緊急避難場所の位置を確認することができる。また、ハザードマップの下に表示される指定地点が所在する都道府県および市区町村の防災関連ウェブサイトへのリンクを利用して地域の自治体が提供する詳細な災害・避難情報を参照して、避難先と避難経路の決定に役立てることができるのである。

「ハザードチェッカー」は、各種の機械可読型のハザードマップがオープンデータとして公開されるごとにシステムに取り込んで利用可能地域を拡大している。また、国土交通省の地点別浸水シミュレーション検索システム（浸水ナビ）を組み込むなど、機能の拡大も行って進化を続けている。これらの取組に対して、2016年10月時点の旧版は国土交通省国土地理院 [20] ならびに水管理・国土保全局が内閣府の協力のもとに実施している平成28年度の防災アプリの公募で防災アプリ大賞を、2017年8月時点の機能拡張・改良版も平成29年度の防災アプリ賞を受賞し、利用者を対象とした独自アンケートでも高い評価を得ている。

7. おわりに

本解説では、ソフト防災に資する情報源であるハザードマップ、およびこれと併用することでハザードマップの利用価値を高めてソフト防災の実効性を向上させる防災気象情報について、それらの情報品質の低さを改善するためにスマートフォンを活用する防災アプリの開発が有効であることを示し、実際に開発を進めている防災アプリ「ハザードチェッカー」を紹介した。

「ハザードチェッカー」は、具体的には、国土交通省の国土数値情報や一部の自治体でオープンデータとして

公開されている Shape 形式のハザードマップや国土交通省国土地理院の地理院地図の指定緊急避難場所のデータを二次利用して、「①自然災害を避けるための避難行動にかかわる防災・減災情報の情報品質の向上を目的に、②日本全国、どこでも、③外国人や障がい者を含む誰でも、④簡単な操作で、⑤現在地や住所、ランドマーク、地図で指定した任意の地点の、⑥自然災害（津波、洪水、土砂災害、内水氾濫、高潮、地震）からのハザードの有無と、⑦関連防災気象情報と、⑧最寄りの災害種別の指定緊急避難場所と、⑨選択した避難場所への避難方向を、⑩テキストと記号と色とデジタル地図と音声と振動などで危険性と対応避難場所がすぐに理解できるように示し、⑪国土交通省による洪水ナビなどの新たに開発される API にも対応し、⑫自主防災組織や小中学校などで作成されるローカルな防災マップも組み込み、⑬気象庁や国土交通省や指定地点の属する都道府県および市区町村の防災関連ウェブページにリンクが張られていて、⑭サイトにアクセスするだけですぐに利用できて平時でも緊急時でも避難に有用な情報が獲得できる防災・減災情報のワンストップサービスを実現するウェブアプリ」を目指して開発中のアプリである。

ソフト防災を支援するための防災アプリとしては、「ハザードチェッカー」のほかにも優れたアプリが存在する。また、スマートフォンの所有率が低い高齢者などにもソフト防災を実効性のあるものにするツールや自主防災組織などによる支援の方法も検討する必要がある。

本解説では、ソフト防災における情報の提供方法と提供内容について、経営情報論の分野の「情報品質」の概念を援用して、情報品質の高い防災情報を提供できる防災アプリを中心に解説を行った。しかし、ソフト防災は、情報から適切な判断と行動に繋げるためには「正常性バイアス」や「多数派同調バイアス」などの心理学や行動経済学などの分野の理論が、本源性の情報品質の高い有用なハザードマップの作製のためには土木工学や河川工学の分野の研究成果が、指定緊急避難場所の指定や避難経路選択にはオペレーションズ・リサーチの分野の施設配置計画やシミュレーション技法の援用などが必要となり、まさに分野横断型の研究とその成果が求められる領域である。「ハザードチェッカー」の今後については、津波、特定都市河川や中小河川の洪水、内水氾濫、高潮などの誘因に対するハザードマップのカバー地域を拡大していくとともに、防災科学技術研究所の地震ハザードステーションの表層地盤増加率（揺れやすさの目安）などの地震災害に関する情報にも対応するように機能を拡充させ、プッシュ型情報発信のためのスマートフォンアプリ化や、通信途絶対策として印刷機能やキャッシュによるマップ表示などの実装を検討していきたい。

謝辞: 本解説で紹介した「ハザードチェッカー」の開発にあたっては、平成27年度から平成29年度までの3年間にわたり、公立大学法人兵庫県立大学特別研究助成金(先導的プロジェクト研究)の助成を受けている。また、「ハザードチェッカー」の実際開発にあたっては、兵庫県立大学応用情報科学研究科博士前期課程の Monang Gultom 氏(平成27年度修了, 現株式会社サクテイ)、田中健一郎氏(平成28年度修了, 現兵庫県庁)、亀井達樹氏(2年次在学中)に負うところが非常に大である。ここに記して感謝いたします。

参考文献

- [1] 静岡大学防災総合センター牛山研究室, 平成23年度防災学創出に関する調査研究報告書, 2012.
- [2] 総務省, 通信利用動向調査ホームページ <http://www.soumu.go.jp/johotsusintokei/statistics/statistics05.html>
- [3] 気象庁, 防災気象情報の伝達, <http://www.jma.go.jp/jma/kishou/shingikai/kentoukai/H24johokaizen/part1/part1-shiryo5.pdf>
- [4] 林春男, 地殻災害軽減のための防災研究の枠組み, 学術の動向, 2014年9月号, pp. 42-47, 2014.
- [5] 防災科学技術研究所, 防災基礎講座: 防災対応編, http://dil.bosai.go.jp/workshop/04kouza_taiou/s00toppage/index.html, 2010.
- [6] 国土交通省国土地理院, ハザードマップのページ, <http://www.gsi.go.jp/hokkaido/bousai-hazard-hazard.htm>
- [7] 国土交通省, ハザードマップポータルサイト <https://disaportal.gsi.go.jp/index.html>
- [8] 兵庫ニューメディア推進協議会災害ハザード関連空間情報調査研究グループ, 災害ハザード関連空間データのオープンデータ化に関する調査 調査報告書, 2017.
- [9] 総務省, オープンデータとはのページ, http://www.soumu.go.jp/menu_seisaku/ictseisaku/ictriyou/opendata/opendata01.html#p1-3
- [10] T. Berners-Lee, Linked Data の提言ページ, <https://www.w3.org/DesignIssues/LinkedData.html>
- [11] 国土交通省国土地理院, 指定緊急避難場所のページ, <http://www.gsi.go.jp/bousaichiri/hinanbasho.html>
- [12] 常総市水害対策検証委員会, 平成27年常総市鬼怒川水害対応に関する検証報告書, 2015.
- [13] 中央大学理工学部河川・水文研究室, 鬼怒川洪水時の浸水・避難状況に関するヒアリング調査結果, 2015.
- [14] R.Y. Wang, E.M. Pierce, S.E. Madnick and C.W. Fisher (eds), 関口恭毅監訳, 情報品質管理, 中央経済社, 2008.
- [15] Y.W. Lee, D.M. Strong, B.K. Kahn and R.Y. Wang, "AIMQ: a methodology for information quality assessment," *Information & Management*, 40, pp.133-146, 2002.
- [16] 村田潔, 社会に開かれた情報品質管理, 日本情報経営学会誌, 28-4, pp.79-87, 2008.
- [17] 小畑智大, 有馬昌宏, 防災・減災を目的とした情報インフラ整備と情報提供の現状と課題, 第5回横幹連合総合シンポジウム予稿集, pp.2-5, 2014.
- [18] 有馬昌宏, 田中健一郎, ローカルな災害関連経験知とグローバルなハザードマップを統合する防災アプリの開発とその可能性, 第7回横幹コンファレンス予稿集(USB版), A-7-3, 2016.
- [19] 総務省消防庁防災情報室, 避難支援アプリの機能に関する検討会報告書, 2017.
- [20] 国土交通省国土地理院, 防災アプリケーションの公募の取組のページ, <http://www.gsi.go.jp/kikaku/bousai-app.html>

有馬 昌宏



1954年1月23日生。82年筑波大学社会工学研究科中途退学。同年神戸商科大学管理科学科助手、講師、助教授、教授を経て、04年兵庫県立大学応用情報科学研究科教授、現在に至る。12年都市住宅学会学会賞論文賞、16年国土地理院防災アプリ大賞、17年国土地理院防災アプリ賞を受賞。日本情報経営学会、経営情報学会、日本経営システム学会、社会情報学会、日本統計学会などの会員。社会工学、社会調査法、経営情報論などの研究に従事。
