# 水害向け建物被害認定アプリケーションの開発 ~平成27年9月関東・東北豪雨の浸水地域での試用~ Development of Application for Building Damage Inspection after Flood -Trial in Inundated Area due to Heavy Rain in Kanto and Tohoku Region in September, 2015-

○大原 美保<sup>1</sup>, 藤生 慎<sup>2</sup>, 澤野 久弥<sup>1</sup>, 重川 希志依<sup>3</sup>, 田中 聡<sup>3</sup> Miho OHARA<sup>1</sup>, Makoto FUJIU<sup>2</sup>, Hisaya SAWANO<sup>1</sup>, Kishie SHIGEKAWA<sup>3</sup> and Satoshi TANAKA<sup>3</sup>

<sup>1</sup>国立研究開発法人 土木研究所 水災害・リスクマネジメント国際センター(ICHARM)

International Centre for Water Hazard and Risk Management (ICHARM), Public Works Research Institute <sup>2</sup>金沢大学 理工学域 環境デザイン学類

School of Environmental Design, College of Science ane Engineering, Kanazawa University <sup>3</sup>常葉大学大学院環境防災研究科

Graduate School of Environment and Disaster Research, Tokoha University

Rapid building damage inspection is essential for quick issuance of disaster victim certificates and rapid reconstruction of people's livelihood. This paper aims to develop a new application for rapid building damage inspection using smartphones after flood. It could be used by not only governmental officers but also home owners. An application was tested in one of the inundated areas due to heavy rain in Kanto and Tohoku Region in September, 2015. This trial verified effectiveness of the application and several recommendations for its improvement.

Keywords : Building damage inspection, Housing damage, Flood, Application, Smartphone

## 1. はじめに

平成 25 年 6 月 21 日に災害対策基本法が改正され, 「市町村長は、災害による被災者から申請があった時は, 遅滞なく,住家の被害等の状況を調査し,罹災証明書を 交付しなければならない」ことが定められた<sup>1)</sup>.住家の 被害は,内閣府による「災害に係る住家の被害認定基準 運用指針<sup>2)</sup>」に従い,住宅の屋根,壁等の経済的被害の 全体に占める割合(=損害割合)に基づいて「全壊,大 規模半壊,半壊.半壊に至らない」の4 区分で認定され る.認定結果に基づき交付される罹災証明書は,被災者 生活再建支援金の支給などの様々な被災者支援策を受け る際に用いられるため,建物被害認定のプロセスには, 迅速性・正確性・客観性・公平性の確保が必須である.

運用指針は、地震・水害・風害等の災害時の建物被害 認定方法を規定しており、住家の被害状況を記入するた めの住家被害認定調査票のサンプルも公表されている. 建物被害認定手法については、調査プロセスの更なる迅 速性・正確性・客観性・公平性を目指して、現在までに 様々な既存研究が行われてきた.堀江ら(2005)<sup>3</sup>は 「被災度判定チャート、判定フロー、判定根拠が数値化 されたチェックシート」の3要素で構成される DATS (Damage Assessment Training System)を開発し、2004年新 潟県中越地震後の小千谷市等で検証を行った.田村ら (2015)<sup>4</sup>は、この手法を踏まえて、建物被害認定調査 から被災者台帳の作成,罹災証明書の発行までを一貫し て行う「被災者生活再建支援システム」を開発しており、 村上ら(2014)<sup>5</sup>が 2012年京都府南部豪雨で被災した宇 治市における検証を行っている.しかし、これらは行政 職員による実地調査に基づく建物被害認定を前提とする ため、大規模災害時には職員不足の問題が生じうる.

これに対して,田中(2008)<sup>6</sup>は,行政職員ではなく 被災者自身が自宅の調査を行う「建物被害認定自己診断 一自己申告モデル」の提案を行った。自己申告に関して は,東日本大震災では仙台市が初めて「自己判定方式」 <sup>7)</sup>を導入し,調査業務の迅速化を図った。申請人に住家 の被害写真を持参した上で自己判定シートを記入しても らい,結果が「一部損壊」となった場合のみ,市職員に よる実地調査を実施せずに「一部損壊」と認定した。

一方,藤生ら(2012)<sup>8)</sup>は,遠隔地にいる専門家の活 用による業務の迅速化を目指して,被災地からスマート フォン等によりアップロードした住家の被害写真を遠隔 地にいる専門家が判読して被害認定を行う「遠隔建物被 害認定システム」の提案・開発を行った.スマートフォ ン及び写真を用いる方法としては他に,アメリカ合衆国 連邦緊急事態管理庁(FEMA)が開発した ROVER(Rapid Observation of Vulnerability and Estimation of Risk)<sup>9)</sup>がある. これは,スマートフォンに写真をアップロードしながら 建物の状況を入力することで,建物の耐震診断や被災後 の応急危険度判定を実施できる.しかし,これらは地震 被害に対して開発されており,水害向けではない.

以上を踏まえて、本研究では、水害向けのスマートフ オンを用いた建物被害認定アプリケーションの開発を行 う.行政職員による実地調査だけでなく、住宅の居住者 等の申請者自身による自己診断にも活用可能なアプリケ ーションとして開発することにより、建物被害認定調査 業務の大幅な迅速化を目指す.

## 2. 水害向け建物被害認定アプリケーションの開発 (1) 水害時の建物被害認定業務の概要

運用指針<sup>2)</sup>によれば,水害により被災した住家の調査 は,木造・プレハブの戸建て1~2階建てであり,かつ 津波,越流,堤防決壊等水流や泥流,瓦礫等の衝突の外 力被害がある場合には,原則として第1次調査・第2次 調査の2段階で実施する.第1次調査は外観の損傷状況 及び浸水深の目視により行われる.第2次調査は原則と して内部立入調査が必要があり,住宅の傾斜,壁,室内 等の損傷状況を調査する.非木造建物については第1次 調査・第2次調査の区別はなく,内部立入調査を伴う. 地震被害については第1次調査であっても壁・屋根など の部位別の損傷程度と損傷割合を把握する必要があるの に対して,水害の第1次調査は主に浸水深さにより判定 できるため,より自己診断を実施しやすいと言える.

図1には、内閣府による第1次住家被害認定調査票の 記入例(木造・プレハブ戸建て用)<sup>10)</sup>を掲載する.外観 目視により、一見して住家全部が倒壊している場合、一 見して住家の一部の階が全部倒壊している場合又は一見 して住家全部が流失している場合は「全壊」とする.こ れ以外は、浸水深さの最も浅い部分の床上浸水深さを測 定し、「大規模半壊・半壊・半壊に至らない」のいずれ かに認定する.例えば、床上浸水であれば、「半壊」と なり、床上 1m を超えると「大規模半壊」に認定される.



## 図1 第1次住家被害認定調査票の記入例<sup>2)</sup>

#### (2) アプリケーションの目的

本研究では、水害後の建物被害認定業務の大幅な迅速 化を目的として、スマートフォンを用いた建物被害認定 アプリケーションの開発を行う.ユーザーは、スマート フォンを用いて被災した住家の写真をアップロードし、 浸水深さなどの情報を画面に入力した上で、サーバーに 送信する.自治体は、サーバー(クラウドも可)上の情 報に基づき、罹災証明書発行に向けた建物被害認定の確 定を行うことができる.従来の建物被害認定では,研修 を受けた自治体職員が2名以上で1グループとなり、被 災した住家を訪問する.これに対して、本アプリケーシ ョンでは、このような行政職員による第1次・第2次調 査のみならず、田中(2008)<sup>6</sup>が提唱する被災者自身に よる自己診断・自己申告も目指す.水害では、行政職員 が被害認定調査で訪問した際には、住民自らの清掃活動 やその後の降雨等により既に水害痕跡が消えてしまい, 正確な被害認定が困難になる場合がある.例えば,2015 年9月の関東・東北豪雨で被災した茨城県常総市では、9 月 15 日に市 HP 上で「今後各種証明,保険などで必要と なる場合がありますので、被災した家・車などの被災状 況やどこまで水につかったかなど分かるように、記録 (写真など)して下さい」という呼びかけが行われてい る<sup>11)</sup>.本アプリケーションを用いれば、行政職員の戸別 訪問を待たずに浸水痕跡の写真を記録・提出できるため, 迅速かつ正確な被害認定業務の遂行に貢献しうる.

また,被害認定には,各種被災者支援策の判断材料と なる被害調査としての側面に加えて,災害の現況を迅速 かつ的確に把握し対応するという側面もある<sup>2)</sup>.本アプ リケーションで入力された各住家での浸水深さを地図上 にプロットすることにより,自治体は航空写真等では把 握できない面的な浸水深さ分布を即座に把握することが でき,適切な緊急・応急対応の遂行にも貢献しうる.

## (3) アプリケーションの仕様の検討

表1に、本アプリケーションが備えるべき機能を整理 した.アプリケーションは、内閣府による運用指針に準 拠し、認定プロセスに関する迅速性・正確性・客観性・ 公平性を担保したものである必要がある.また、一般住 民も操作でき、かつ被災地で停電や通信が途絶した状況 でも操作できる(データ送信は後でも良い)必要がある. 田中(2008)<sup>6</sup>は、自己診断方式は、従来の訪問調査 方式に比べて、結果確定までの時間を減らす(迅速性向 上)・被災者の納得性向上・自治体の費用負担削減とい う点が優れているが、被害を過大申告して、より大きな

目的 機能 入力項目 開発 調査日時 \* 調査員名 \* 基本情報の入力 建物の所在地 \* 運用指針の 建物の世帯主 \* 住家全部が倒壊 又は住 進拁 \* 被害状況の入力 家の一部の階が全部倒壊 \* 床上浸水の有無 浸水深さの入力 床上浸水が1mかどうか 迅速な写真のアップロ \* 迅速な画面遷移 \* 迅速性 停電・通信途絶時にも操作 でき、後からデータ送信でき る機能 地面からの浸水深さ \* 浸水深さの入力(cm単位) 床上からの浸水深さ \* 床上浸水の有無がわかる建 \* 物写真のアップロード 浸水痕跡が写真では見づら 正確性 \* い場合等のコメント機能 こよる建物の位置情報 \* 停電・通信途絶時に所在地 を照合できる地図機能 正面及び側面の浸水がわか \* る写真(第1次調査用) 客観性・公平 室内(柱,天井,建具等) 性・モラルハ 床、設備の浸水がわかる写 \* ザード対応 真(第2次調査用) 情報セキュリティ機能 入力者情報の入力 アプリ入力者名 \* 入<u>力者の連絡</u>先 納得性 入力者情報の入力

表1 アプリケーションが備えるべき機能

被害認定を得ようとするモラルハザードも生じうると指 摘している. 浸水が床上・床下かや浸水深さがわかる写 真のアップロードは、被害認定の客観性だけでなく、公 平性・モラルハザードの防止のためにも重要である.

#### (4) アプリケーションの試作

前節の検討を踏まえて、プロトタイプ版アプリケーシ ョンの試作を行った.今回は,停電・通信途絶時に対応 した機能及び個人情報漏洩を防ぐセキュリティー機能は 搭載せず,表1中で\*印を付けた機能を有する iOS ベー スのアプリケーションとして開発した.将来的には同じ 機能を持つ Android 版アプリケーションも想定している. アプリケーションには、①App Store 等を介したダウンロ ードアプリ形式と、2WEB ブラウザ上で稼動する WEB アプリ形式の2種類がある.ダウンロードアプリ形式は App Store への登録に手間や時間がかかるため、今回は WEB アプリ形式で開発を行うこととした.将来的には、 ダウンロードアプリ形式への改修も念頭に入れている.

図2には、具体的な画面遷移例を示す.まず初めに画 面①で世帯主名と調査者名を入力した後、画面②では 「正面・側面・内壁・床・設備」の写真を登録する。画 面②中の「追加」というボタンをタップすると、各写真 を新規に撮影するか、既存の写真フォルダーからアップ ロードすることができる. 画面②の上部にある「室内浸 水あり」をチェックすると、床上浸水以上(即ち半壊以 上)というフラグがデータベースに書き込まれ、内壁・ 床の写真は必須となる. 屋外の直射日光下でも画面が見 やすいよう,背景色は黒色を基調として開発した.

画面②の各写真をタップすると、画面③に遷移し、浸 水深さ(cm 単位)を入力できる.また,表1の整理した通 り,清掃活動や日射,植栽,隣棟間隔等の条件により浸 水痕跡が見づらい場合にコメントを入力できる機能を付 加した.更に画面③上で写真をタップすると、画面④に 遷移し、写真上に浸水線を手書きで描画できる. 特に室 内では、実際に浸水した線と、そこからの水のしみ上が り線という2本線が生じうる.よって画面上では、ボタ ンの切り替えで2種類の線を描画できるようにした.各 写真に対する画面③・④の入力が完了すると、画面②の 写真上に赤色と水色のアイコンが表示されるものとした.

最後に、画面⑤で、第一次調査の運用指針に基づく被 害程度の判定結果を表示するとともに、調査対象住宅の 情報(郵便番号、住所)を入力する.また,建物全体に 関する任意のコメント欄も設けた.被害程度は,運用指 針(図1)に基づき、「室内浸水あり」のフラグと「内 壁」の写真に対する浸水深さの入力値により判定する.

画面⑤の末尾の「送信」ボタンを押すと,全ての写真及 びデータがサーバーに送信される.サーバー側では住家 ごとのフォルダーが作成され、その中にこれらのデータ が格納されるとともに、データベースが更新される.

## 3. 平成 27 年 9 月関東・東北豪雨の浸水地域での アプリケーションの試用とその考察

#### (1)茨城県常総市での試用状況

平成27年9月の関東・東北豪雨は、南北に延びた線状 降水帯により、茨城県・栃木県・宮城県・福島県での記 録的な豪雨をもたらした.茨城県常総市では,9月10日 朝からの鬼怒川左岸 25.35km 付近(常総市若宮戸)での 越水,12時50分頃の左岸21km付近(常総市三坂町)で の堤防決壊により、市内が広域に渡って浸水した. 9月 11日 13:00 時点での浸水面積は約 31km<sup>2</sup>であり<sup>12)</sup>,茨城 県災害対策本部の10月2日付の被害報告(戸建て住宅の み分)<sup>13)</sup>によれば,建物被害件数は全壊 50,大規模半壊 914, 半壊 2773, 床下浸水 2264 である. 筆者らは, 9月 12日~13日にかけて、常総市内において、プロトタイプ 版アプリケーションを試用した.対象建物は8棟(木造 5棟,非木造3棟)であり,瓦礫衝突等の外力による損 傷は見られないが、浸水による被害を受けていた.また、 平地に立地し各部屋の浸水深さは一様であるため、浸水 深さによる被害認定が可能であった.当日は晴天で,現 地でのスマートフォンの通信速度に問題はなかった. 図 2には、実際のアプリケーションの画面を掲載する.

## (2)アプリケーションの試用に関する考察 ①操作性の観点から

試用の結果,いずれの建物でも容易に入力できた.黒 を基調した画面は直射日光下でも文字等を容易に認識で きた. 画面④の浸水線は、現地でもスムーズに描画はで きたが、写真上で浸水痕跡に沿って手書きの直線を正確 にひくのはやや難しかった.フリーの手書き線ではなく 直線の設定にする、写真を拡大してから線がひけるよう にする,浸水線や浸水マークを表示させた上で写真の方 を線に合わせて動かす、等の改善が必要と考えられた. ②迅速性の観点から

各建物での所要時間は数分以内であり、迅速性を確認 できた.調査地点では通信速度は通常程度に回復してい たが、更なる悪条件下ではデータの送信により時間がか かる可能性はある.このような場合は、表1の通り、現 地ではデータ入力のみを行い、通信条件の良いところに 移動後にサーバーへのデータ送信を行う必要がある.



図2 アプリケーションの画面遷移の例

## ③正確性の観点から

①で述べた浸水線の描画は、正確性の観点からも改善 が必要である.また、画面③では浸水深さを入力しても らうが、入力結果と写真とを更に関連付けられれば、記 録データとしての正確性は高まる.浸水痕跡は泥や植物 等の付着物が線上に付いたものだが、日光や壁面の色等 によっては痕跡が見えづらい.よって、図3のように、 浸水痕跡のラインに浸水マークを表示して撮影するとわ かりやすい.また、メジャーとともに写真を撮ると更に 正確であり、市販のコンベックスだけでなく、図3のよ うに近年大手家具量販店が店内で配っているような紙製 メジャー(色付き目盛だと良い)の活用も考えられる.

なお,スマートフォンの無い高齢者については,親族 や近隣住民に加えて,ボランティアの手助けも想定して いる.ボランティアに浸水マーク・メジャーを渡して, 各住家での入力を手助けしてもらう仕組みも考えられる.



図3 写真撮影の工夫例

その他,写真撮影時にスマートフォンの GPS 機能をオ ンにしておけば,画面⑤で建物の住所を記入するだけで なく,緯度経度情報により地図上にプロットできる.今 回は通信状況に問題はなかったが,停電・通信途絶によ り GPS 機能の精度が著しく低下する場合や敷地内に建物 が複数ある場合には,正確な建物単位での照合ができな い恐れがある.GPS 情報から調査地点の地図を表示し, 地図上の地点であっているかを確認したり,異なる場合 に地点情報を修正する機能の追加も有効と考えられる.

## ④客観性・公平性・モラルハザード防止の観点から

③で述べた写真撮影の工夫は、客観性・公平性の担保 やモラルハザード防止の観点からも有効である.

#### ⑤納得性の観点から

田中(2008)<sup>6</sup>の指摘の通り,本アプリケーションで 自己診断・自己申告を行えば,納得性は高まる.しかし, 本アプリケーションは,従来型の訪問調査方式を否定す るものではなく,東日本大震災での仙台市の事例のよう に,訪問調査と自己申告の併用が可能である.従来の建 物被害調査でも申請者の疑義がある場合は再調査の仕組 みが存在しており,本アプリケーションでの申告後も, 疑義があれば再調査を依頼することは可能である.

## 4. 結論と今後の課題

本研究では、水害後の建物被害認定業務の大幅な迅速 化を目的として、スマートフォンを用いた建物被害認定 アプリケーションのプロトタイプの開発を行った.また、 平成27年9月の関東・東北豪雨による浸水地域の一つで ある茨城県常総市内においてアプリケーションを試用し、 操作性・迅速性・正確性・客観性・公平性・モラルハザ ード対応・納得性の観点からの考察を行った.この結果、 浸水線の描画や写真撮影、GPS による緯度経度情報の扱 いには更なる工夫が可能であると考えられた.今後,こ れらの改善を図る予定である.また,今回の調査では, サーバーに各建物のデータを集めた後にわかりやすく表 示する機能や,地図上に各地点の浸水深さをプロットし て被害の全体像の把握に役立てるための機能は開発して いない.これらについても今後開発を進める予定である.

#### 謝辞:

本研究は、科学研究費補助金基盤研究(B)「災害後の住宅再建に資するスマート・インスペクション技術の 開発」(研究代表者:田中聡)の一環として実施した. アプリケーションの開発では株式会社キッズ・コーポレ ーションの藤崎道明氏,折笠僚洋氏の協力を得た.現地 調査では常葉大学の河本尋子先生,ICHARMの南雲直子 専門研究員の協力を得た.常総市内で調査にご協力いた だいた方々に感謝するとともに、被災した皆様に謹んで お見舞いを申し上げます.

#### 参考文献

- 内閣府(防災担当):災害対策基本法等の一部を改正 する法律(平成 25 年法律第 54 号), 2015.
- 内閣府(防災担当):災害に係る住家の被害認定基準 運用指針,2015.
- 3) 堀江 啓, 重川 希志依, 牧 紀男, 田中 聡, 林 春男: 新潟県中越地震における被害認定調査 ・訓練システ ムの実践的検証一小千谷市のり災証明書発行業務へ の適用 一, 地域安全学会論文集, No.7, pp.123-132, 2005.
- 4)田村圭子:現場での実装経験を生かし被災者の納得が 得られる生活再建支援システムを、2015年度成果集、 科学技術振興機構、2015.
- 5) 村上 滋希,林春男,牧紀男,堀江 啓,濱本 両太,東 田 光裕,田村 圭子,小松 瑠実:罹災証明発給業務の 効率化手法に関する分析 -2012 年京都府南部豪雨を 事例として-,地域安全学会論文集,No.23, 2014.
- 6) 田中 聡:建物被害認定自己診断システムの提案 自 己診断-自己申告モデルの構築にむ けて -, 地域安 全学会論文集, No.10, pp.233-242, 2008.
- 7) 仙台市:東日本大震災 仙台市 震災記録誌 発災から1 年間の活動記録-, 2015.
- 8) 藤生 慎, 大原 美保, 目黒 公郎:大規模地震災害向け 遠隔建物被害認定システムの適用可能性の検討-写 真アップロードシステムに着目して-,社会技術研 究論文集, Vol.11, pp.12-21, 2014.
- 9) FEMA: ROVER, End-to-End Mobile Software for Managing Seismic Risk, https://www.fema.gov/medialibrary/assets/documents/23463 (2015 年 10 月 1 日参照)
- 内閣府(防災担当):住家被害認定調査票(水害) (木造・プレハブ,第1次)記入例,http://www. bousai.go.jp/taisaku/pdf/suigai\_mokuzou\_kinyuurei.pdf, (2015年10月1日参照)
- 11) 常総市役所 HP: 被災状況の記録について(9月15日), http://www.city.joso.lg.jp/kinkyu/1442295183632. html, (2015年10月1日参照)
- 12) 国土地理院:平成 27 年 9 月関東・東北豪雨に係る茨 城県常総地区の推定浸水範囲の変化, 2015.
- 13) 茨城県災害対策本部:平成 27年9月関東・東北豪雨 による本県の被害及び対応について(10月2日16時 現在), 2015.