

# 災害発生後におけるオンライン建物被害認定調査システムの 実装と意義

井ノ口宗成<sup>†1</sup> 田村圭子<sup>†1</sup> 林春男<sup>†2</sup>

効果的な被災者生活再建支援のためには、迅速な建物被害認定調査が欠かせない。そこで、本研究では「オンライン建物被害認定調査」手法を開発し、2013年台風18号・台風26号の2つの事例にて実装し、その効果を検証した。本システムは、調査の効率性を高めるだけでなく、事務局との連携による迅速性の確保、調査の質向上等の効果を得た一方で、端末やネットワークに依存するという課題が表出化した。本稿において、それらを報告する。

## Capability of Online-based Building Damage Assessment System at disasters and catastrophes

MUNENARI INOBUCHI<sup>†1</sup> KEIKO TAMURA<sup>†1</sup> HARUO HAYASHI<sup>†2</sup>

In order to realize effective victims' life reconstruction, local responders should promote rapid building damage assessment. Against this issue, we designed and developed "Online-based Building Damage Assessment System". We implemented this system at two case studies which are affected by Typhoon No.18 and No.26 in 2013. Through this implementation, we found some kinds of efforts of this system, and challenges be solved. In this paper, we reported these efforts and challenges.

### 1. はじめに

近年、我が国では災害が頻発化・激化傾向にある。2011年3月11日には東日本大震災が発生し、2万人を超える死者・行方不明者が発生し、住家被害は全壊127,361棟、半壊273,268棟、一部損壊762,277棟、床上浸水3,352棟、床浸水10,217棟に至った[1]。発災から4年が経とうとしている現在においても、居住空間を失った被災者は、仮設住宅での生活を余儀なくされており、生活再建はいまだ途上状態である。

東日本大震災の発生は、我が国の防災対策・災害対応の見直しに大きな影響を与えた。防災基本計画の見直し、地域の津波被害想定の見直しが代表的であるが、被災者の生活再建支援に寄与する変化として、建物被害認定調査手法の簡略化である。建物被害認定調査とは、災害に伴って被災した家屋に対し、その被災程度を内閣府が決めた手順で判定するものである。被災家屋の肥大化に伴い、調査手法の簡略化が進められた[2]。長期にわたる被災者生活再建支援の多くは、家屋の被災程度が要件となっており、建物被害認定調査が遅れば、被災者の家屋の被災程度が決定せず、その後の様々な生活再建支援が遅れることとなる。

東日本大震災に代表される広域・複合的な大規模災害は、50年～100年に一度と言われており、同様の規模であれば次に備えるべき災害は南海トラフ巨大地震となる。しかし、我が国の地理特性上、台風や豪雨、竜巻、豪雪など、災害

種別は多岐にわたり、さらに発生頻度は高い。被災自治体にとって、このような災害がひとたび発生すれば、大量の建物被害認定調査が要求され、迅速な対応が求められる。

そこで、本研究では、近年のICT進展に伴い、スマートフォンやタブレット端末に代表されるような、双方向通信を可能とした電子媒体を活用することで、建物被害認定調査の迅速化を推進することとした。また、調査の迅速性のみならず、調査結果の質の管理についても、リアルタイムでのデジタルデータ化による効果があると考え、その可能性について検証した。

### 2. オンライン建物被害認定調査のデザイン

#### (1) テンプレート化による情報管理システムの活用

日本では、災害に強い構造物を建設し被害を発生させないという被害抑止力を高めるハード防災が主流であるが、米国では、災害発生は容認し、発生後の被害を迅速・効果的な対応によっていかに軽減するかという被害軽減力を高めるソフト防災が主流である。そのため、米国は標準的な災害対応体制の整備、情報発信・共有の仕組みの整備等が進んでいる。なかでも、災害対応の意思決定を担う災害対策本部において、各組織のおかれた状況に応じて柔軟に帳票設計ができ、情報の収集のみならず、集約・共有までを一元的に実施するための情報処理システムの導入が進んでいる。代表的なシステムとしてWebEOC[3]があげられる。

前述の通り、WebEOCは利用者のニーズに応じて情報入力用の帳票を作成できる。これはテンプレートと呼ばれている。すなわち、建物被害認定調査においても処理すべき情

<sup>†1</sup> 新潟大学 災害・復興科学研究所  
Niigata University

<sup>†2</sup> 京都大学  
Kyoto University

報項目のフローが規定できれば、時系列を意識したテンプレートを作成することで、調査そのものを帳票として成形できると考えた。本研究の目的は「オンライン建物被害認定調査」の実装であり、WebEOCを採用することとした。

**(2) オンライン建物被害認定調査の仕様の要件化**

著者らは、現場における災害対応支援のための情報システム構築をする際、必ず現場の対応実態をモニタリングし、情報システム活用による業務支援のあり方を追究し、情報システムを導入した後の業務フローの再構築を実施している。本事例においても、同様に被災市町村における建物被害認定調査の業務フローを明らかにし、情報システムの支援可能性を追求した。具体的には、情報処理の観点から、図1に示すような業務フローを導出した[4]。

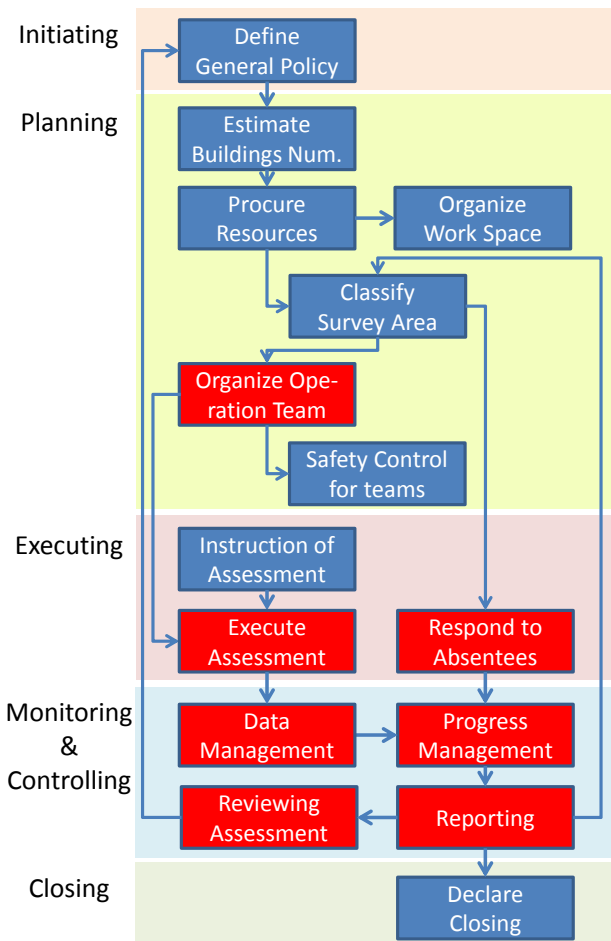


図1 建物被害認定調査業務の流れの全容  
 Figure1 Whole Picture of Work-flow for Building Damage Assessment

図1における業務フロー分析では、プロジェクトマネジメントの枠組み[5]に基づくことで、調査業務の立ち上げから計画策定、業務実施、進捗評価、撤収に至るまでのフェーズにあわせ、体系的に整理した。また、各フェーズにお

いて具体的に実施すべき事項を明らかにし、お互いを時系列・情報処理の観点から連結実態を解明した。モニタリングならびに情報システム設計上の考察から、図1の中で赤く網掛けした業務が、情報システムが支援できうる部分であると同定した。

当該業務の特徴としては、「業務運用を調整する事務局の役割」と「現場で調査を実施する担当班の役割」の2つがあげられ、さらに、事務局と担当班の間で情報共有が欠かせないことである。すなわち、現場で遂行される調査結果がリアルタイムに事務局と共有でき、事務局が効果的な調整を調査進捗に合わせて実施することで、図1の業務全体の効率的・効果的な運用が実現されると期待できる。

**(3) WebEOCを活用したオンライン建物被害認定調査テンプレートのデザインと集約・共有のモデル化**

前述の業務運用をWebEOCにおける「テンプレート」の概念を活用しながら、いかに実現するかを検討する。本研究では、WebEOCのテンプレートを1件処理での情報入力個票と位置付けることとし、1件処理された結果を集約・共有することで、現場担当班と事務局の協働を実現することとする。

とくに、個票で収集された情報を「ログ」として位置付けることで、進捗の全体を把握することが出来る。情報を集約する際、調査済み件数や被災程度別の件数など、情報を集計することだけでなく、全表で一覧をもって可視化することも、現場の事務局担当としてのニーズは高い。そこで、個票→ログ→集計という一連の流れの中で、情報が処理されていく過程をモデル化し、システム内に仕組みとして取り入れることとした。具体的には図2(次頁)に示すとおりである。

**3. オンライン建物被害認定調査の実装**

**(1) 平成26年台風18号・台風26号**

平成26年(2013年)は、我が国を2つの大きな台風が襲撃した。1つは台風2518号(名称:Man-Yi)(以下、台風18号)、もう1つは台風2526号(名称:Wi-Pha)(以下、台風26号)である。台風18号の影響で9月15日には東日本や北日本で局地的に激しい雨が降り、16日には四国から北海道にかけての広い範囲で大雨となった。特に福井県、滋賀県、京都府では、記録的な大雨となり、各地で浸水被害が発生した[6]。中でも京都府の被害は甚大となり、福知山市では由良川が外水氾濫する事態が発生した。一方、台風26号は、東日本・北日本の太平洋側を中心に大雨となり、特に東京都大島町では、1時間に100ミリ以上の猛烈な雨が降り、24時間雨量が824ミリに達し、大きな土砂災害が発生した[7]。この災害により、死者39名、行方不明者4名の人的被害が発生した。

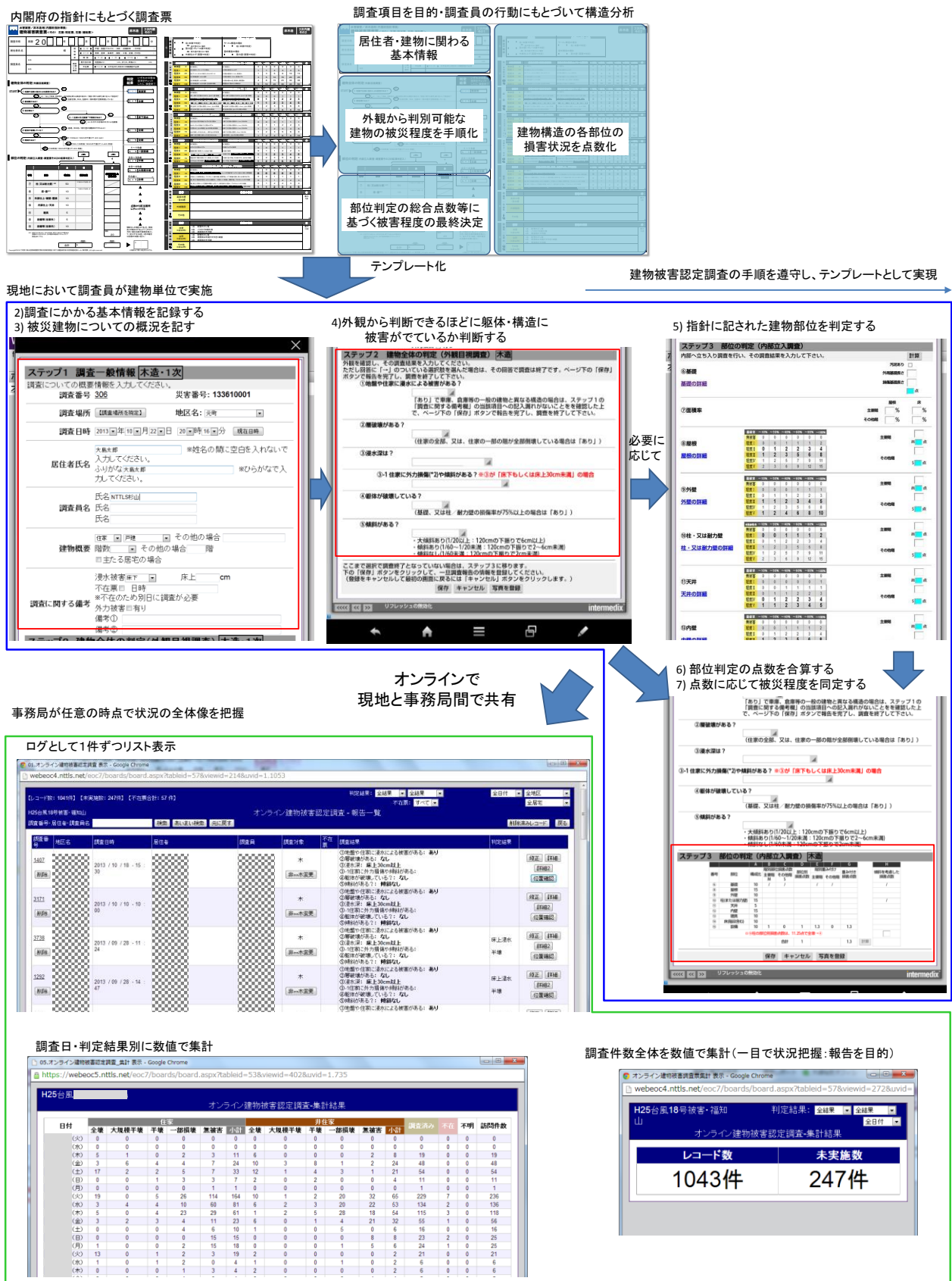


図2 WebEOCを活用した仕組みの実装

Figure 2 Implementation of Online-based Building Damage Assessment System on WebEOC

2011年の東日本大震災以降、地震・津波災害への対策検討が進んでいたが、局所的豪雨による災害も頻発化しており、防災・減災の観点からこれらの災害への対応を実施すべきである。そこで、上記の台風18号・26号を対象として、効率的・効果的な災害対応の実現を目指し、本研究の目的である「オンライン建物被害認定調査」について、現場での実装検証を実施することとした。

## (2) 台風18号：福知山市における実装

京都府福知山市は、台風18号に起因する集中豪雨により、9月16日に市内を流れる由良川が氾濫し、市内の広い範囲に浸水被害を受けた。死者・行方不明者等の人的被害は免れたものの、全壊2棟、大規模半壊19棟、半壊311棟、一部損壊・床上浸水423棟、床下浸水356棟の住家被害が発生した。

本研究の対象である建物被害認定調査は、自治体によって担当する部局が一意に決まっていないのが現状である。福知山市では、税務課が課税対象物件に対し、被災による課税額再評価のための調査を実施した。しかし、これは被災者生活再建支援の基礎となる「全壊・大規模半壊・半壊・一部損壊・無被害」の被災程度を判定するものではなかった。実際は、税務課が調査した物件の中で「床上浸水」かつ「家屋（住家）」であるものを同定した後、建築課がそれらの建物に対して建物被害認定調査を実施した。そこで、著者らは建築課と協働で、建物被害認定調査に「オンライン建物被害認定調査手法」を導入することとした。

まず、建築課より3名の職員ならびに事前調査を知る税務課より1名の職員の計4名が、建物被害認定調査の事務局を担当することとなった。一方、現地調査を担当する職員については、建築課を中心に、福知山市の各課ならびに他市町村からの応援職員により構成された。図3に、現地調査を担当する職員の動員実態を記す。

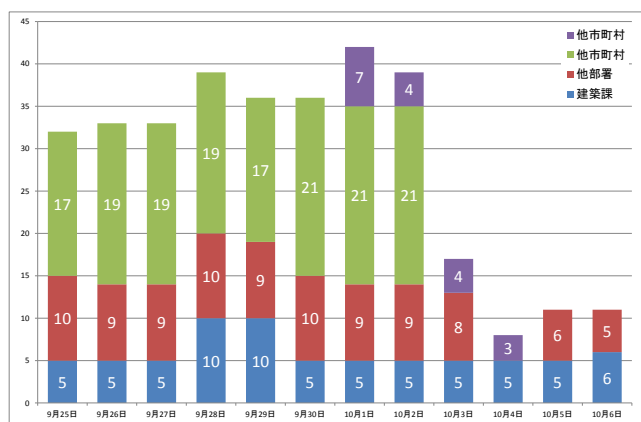


図3 建物被害認定調査への職員動員の実態

Figure 3 Number of Responders Assignment to Building Damage Assessment

福知山市では、建物被害認定調査を、税務課の調査が完了した9月25日より開始した。開始当初は、調査対象となる建物棟数を約1,000棟とし、2週間で完了との見込みを立てた。この調査過程において、オンライン建物被害認定調査手法を活用し、現場でリアルタイムな調査結果のデジタルデータ化ならびに事務局と現地調査班との情報共有が進んだ。結果として、当初計画より2日早い10月6日に集結を迎えた。調査過程における本システム活用によって得られた効果については、後述する。

## (3) 台風26号：大島町における実装

東京都大島町は、台風26号に起因する集中豪雨により、10月16日午前2時半頃に火山地域で流木を伴う大規模な土砂災害が発生した。死者35名、行方不明者4名の人的被害に加え、全壊133棟、大規模半壊24棟、半壊50棟、一部損壊178棟の建物被害が発生した。土砂災害の特徴であるが、これらの被害は町の中心街から土砂災害発生地域に至るまでの局所で発生した。

大島町では、人命救助・行方不明者捜索が進む発災直後から、東京都総合防災部とともに迅速な被災者生活再建支援に向け、早急に建物被害認定調査に着手することとした。東京都総合防災部の職員は、台風18号災害において、福知山市に調査応援にきた実績を持ち、オンライン建物被害認定調査手法を理解していた。著者らは、東京都総合防災部ならびに大島町からの要請を受け、オンライン建物被害認定調査の大島町への実装を決断した。

大島町は、本土の東京エリアから船舶で約1時間45分の距離にある島である。本災害では、土砂が町の元町港まで流出したため、大きな港が使用できない状況であり、外部との運輸海路が確保できず、島内の物資等が限られているのが現状であった。東京都総合防災部は、都内の各区市町村から応援職員を招集するとともに、必要物資を確保し、長期にわたる応援体制を整備し、大島町へ調査員を派遣した。

建物被害認定調査実施のため、大島町では事前調整に時間を費やしている中、東京都総合防災部では、応援派遣の対象となる職員に対し、都庁内において事前研修を実施した。基本的な建物被害認定調査の手法・判定方法にかかる研修を実施するとともに、オンライン建物被害認定調査の特性上、タブレット端末上でのシステム操作についても研修を実施した。(図4：次頁)

大島町は、発災から2週間が経過した10月31日より第一次調査を開始した。第一次調査では、被害が甚大な地域を中心に、大島町職員で調査を実施した。11月5日より東京都から64名(60名調査員、4名事務局)の応援を得て、11月9日までに被害地域における一回目の調査訪問を完了した。11月9日より、改めて約10名の東京都職員の第二次応援を受け、土日を含めて不在宅を再訪問した。その後、



図4 東京都庁内での事前研修

Figure 4 Instruction at Tokyo Metropolitan City Hall

11月13日から11月20日まで「不在宅を0に近づけ、調査依頼があれば対応する」ことを目的として、大島町職員で調査班を構成し、調査を進めた。著者らは、このすべてのフェーズにおいて、オンライン建物被害認定調査を実装し、その有効性を検証するとともに、現場実装による知見の収集を実施した。詳細は後述する。

#### 4. オンライン建物被害認定調査の効果と課題

##### (1) 2事例への実装と検証

本研究で設計・開発した「オンライン建物被害認定調査」を、台風18号の被災地である京都府福知山市ならびに台風26号の被災地である東京都大島町において実装し、その稼働検証を実施した。図5は、調査開始日からの経過日数に応じて、それぞれの事例における調査実施件数を可視化したものである。

福知山市の事例では、調査開始から11日目で調査が完了し、棟数は770棟に上った。一方、大島町の事例では、調査開始から18日が経過した時点でも、数件の調査が続き、18日目終了時点で839棟であった。図5において、大島町6日目では日別調査件数が突出している。これは、大量の応援職員の動員により、調査班体制が拡大したものである。この時点で後述する質の管理が問題となり、翌日からは質重視の体制へと切り替わった。

いずれの事例においても、オンライン建物被害認定調査は、継続的かつ安定的に活用され、日々の調査終了件数を伸ばした。

##### (2) 事務局と調査班のリアルタイム状況共有の効果

前述の2事例に共通して、事務局と調査班とのリアルタイムでの状況共有により、調査進捗に応じた柔軟な現場調査計画の見直しが実現された。本システムの特徴であるが、

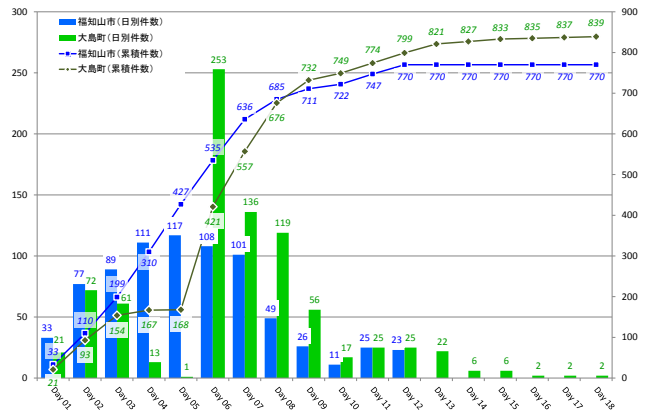


図5 福知山市・大島町における調査件数の推移

Figure 5 Case Comparison between Fukuchiyama and Oshima for Building Damage Assessment



図5 進捗把握にもとづく適切・柔軟な現場指示

Figure 5 Providing Directions to Survey Team based on Progress in Building Damage Assessment

調査班が現場において調査を実施するごとに、その調査結果がウェブサービス上に保存され、事務局がそれを確認することにより、各調査班の進捗が把握できる。この状況共有の効果としては、進捗が芳しくない調査班の同定が出来るとともに、進捗が進んだ調査班に対して、芳しくない調査班の担当エリアへ調査対象建物を割り振ることにより、事務局に帰庁してからの再指示という必要がなくなった。これまでの建物被害認定調査は、紙媒体での調査であり、帰庁後に事務局へ報告し共有することで、進捗が把握されていたが、オンライン建物被害認定調査の実装により、リアルタイム共有が実現された。図6(左)は福知山市の事例であり、図6(右)は大島町の事例である。いずれも調査進捗を把握し、電話を介して適切な指示を出している。

また、図6は福知山市の不在宅率である。水害における建物被害認定は、外力による被害が著しい場合を除いては内観調査手法が必須であり、調査対象建物内で調査が必要である。すなわち、居住者の立ち会いの下での調査となり、不在であれば調査ができない。図6に示すように、不在率は約3割である。不在宅の調査は後日に改めて調査が必要である。居住者が帰宅後、事務局に調査を依頼する流れとなり、その再調査依頼を受けた事務局は、調査班を割り当てる必要がある。リアルタイムに状況が共有されることで、

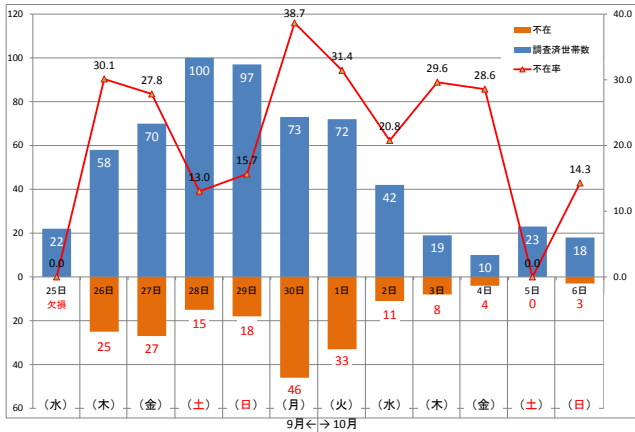


図 6 福知山市における不在率

Figure 6 Ratio of Buildings without Householders

どの調査班が、再調査依頼の建物付近に居るかが即時に把握でき、対象建物への調査指示を迅速に出すことが出来た。

(3) 調査結果の迅速な質管理と継続的な質向上

水害における建物被害認定調査の内観調査では、建物を構成する様々な部位の被害程度を判定し、それらを点数化して積み上げ、最終的な「全壊・大規模半壊・半壊・一部損壊・無被害」の判定結果を導出する。しかし、多くの調査員は「最終判定結果を出すことが調査の主目的である」と認識しており、判定結果導出にいたる過程を重要視していなかったのが実状である。行政が判定した結果の根拠を示すことが、判定過程の記録の意義であり、この記録がなければ、被災者の判定結果に対する合意を得ることは非常に困難となる。結果として、被災者の生活再建支援が遅れる原因となる。

オンライン建物被害認定調査では、現地で調査した結果をその場でデジタルデータとなり保管される。すなわち、各調査班が、各調査建物に対して、どの項目にどのような情報を記録したかが即時に把握できる。以前の紙媒体での調査では、帰庁後に調査班自身または他の専属職員が、スキャナで読み込む、あるいはパンチング入力することでデジタルデータ化していた。それらのデータ化には多大な時間を要し、必要項目の情報欠如が発覚するのは、調査実施からかなりの時間が経過してからであった。しかし、本研究で示すシステムを大島町で実装した際には、帰庁とともに必要項目の情報欠如が即時に把握可能となった。さらには、必要項目の数の把握ならびにその指摘が即時で出来た。調査員も指摘を受けることで、学習効果が高まり、注視すべき情報項目に変化が生まれ、全体としてのデータの質が向上した。図 7 は、10 の必要情報項目に対して、日別の変化を箱ひげグラフで表したものである。この実態から、現場対応ならびに結果の評価を通して、人材育成が実現されたと言える。

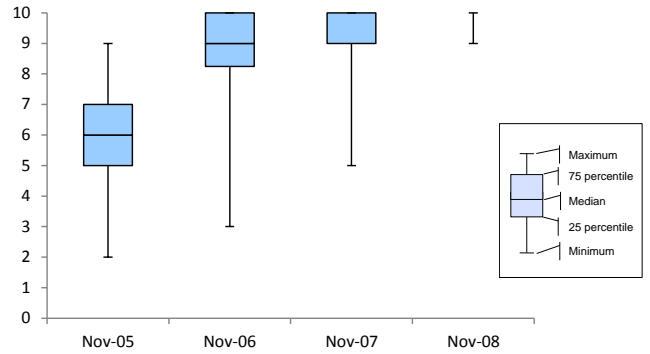


図 7 大島町における必要情報項目入力の変化

Figure 7 Score Transition for Data Quality Management



図 8 調査班数に応じた端末の準備

Figure 8 Preparing Tablets following Number of Survey Team

(4) 物理的な端末台数の制約

本システムを実装する上での 1 つの課題は「物理的な端末台数」である。本システムは、ウェブブラウザで稼働する仕組みであるが、それを稼働させるための端末が必要となる。福知山市の事例では最大 13 班、大島町の事例では最大 20 班で調査班が構成された。すなわち、調査班の数だけの端末が確保できなければ、調査が実施できないこととなった。図 8 は大島町において 20 台のタブレット端末を確保した写真である。また、日々の調査において、端末の充電が課題となった。調査班が帰庁後に、端末を充電するよう指示を出し、万が一充電がされていない状態であれば、事務局で把握し、充電対応する必要があった。

また、調査結果の精査においても、タブレットのみならず PC を活用する局面もあった。PC の台数は十分に確保できなかった。PC の確保も、調査終了後の結果精査においては、必要な環境整備の要件であり、今後の課題となった。

(5) 通信ネットワーク環境の依存

本システムは、前述の通り、ウェブを介して調査結果がリアルタイムに蓄積する仕組みとなっている。すなわち、

タブレット端末を現地にて活用するが、その際に必要となるのが通信ネットワーク環境である。

福知山市の事例では、日藤地区という平時から通信インフラが十分でない地域への調査では、ネットワーク途絶による調査中断が発生した。調査員は、原因を把握でき、通信電波が確保できる場所への移動により、調査結果の記録化を実施することで、本事案を回避した。これは、大島町も同様であった。大島町は平時より通信インフラに余力が少なく、実装を行なった時期は多くの応援ならびにマスコミ関係者が現地入りしており、通信帯域を圧迫していた。この影響もあり、通信に時間がかかる事態となった。O2Oのような要素技術を導入し、通信インフラが確保できない場合においても、調査が中断しない環境整備が求められる。

## 5. おわりに

本研究では、効果的な被災者生活再建支援の実現を目指し、その第一歩である建物被害認定調査の効率化と高度化を実現するために、「オンライン建物被害認定調査」を設計・開発した。本システムを2013年台風18号の被災地である京都府福知山市、ならびに同年台風26号の被災地である東京都大島町に実装し、その有効性を検証した。

実装事例を通して、本システムが調査そのものの効率性を確保できることが明らかとなった他、事務局と現場とのリアルタイムな状況共有により、迅速かつ柔軟な調査班配備が可能となり、調査の効率性に寄与した。また、調査結果が即時にデータ化されることから、調査結果の質の評価が可能となり、評価結果から不足部分を同定したことから、質の確保が実現された。これらの効果が得られた一方で、端末台数の制約ならびに通信ネットワーク環境への依存という課題が表出化した。

近い将来、我が国は「南海トラフ巨大地震」を迎えることが想定されている。関東から九州の広範囲に渡る太平洋側の自治体が一斉に被災し、大量の被災者が発生し、生活再建支援を実施しなければならない。また、大量の被災建物に対して調査することは避けられない。この状況を想定し、現代のICTを活用し、いかに質を高めながら効率性を確保するという、元来はトレードオフにあった関係を打破するかは、我が国の防災・減災体制の強化という観点からも追究すべき課題である。本研究は、今後、さらなる発展を続け、この課題を解決することを目指したい。

**謝辞** 本研究を推進するにあたり、台風18号ならびに福知山豪雨災害の被災地である京都府福知山市、台風26号の被災地である東京都大島町の職員の皆様には、多大なご協力をいただいた。また、NTTラーニングシステムズ株式会社よりWebEOCの活用、株式会社NTTドコモよりタブレット端末の貸与に関して、多大なご協力・ご支援をい

いただいた。ここで謹んで感謝の意を表する。

## 参考文献

- 1) 消防庁災害対策本部:平成23年(2011年)東北地方太平洋沖地震(東日本大震災)について(第150報),<http://www.fdma.go.jp/bn/higaihou/pdf/jishin/150.pdf> (2014).
- 2) 内閣府:平成23年東北地方太平洋沖地震に係る住家被害認定の調査方法,<http://www.bousai.go.jp/taisaku/pdf/h23jishin.pdf> (2011).
- 3) Intermedix Corp.:WebEOC, <https://www.intermedix.com/product/product-webeoc/> (2013)
- 4) Munenari Inoguchi, et.al.: Implementation of Web-based System for Building Damage Assessment on Online Network - Case studies of Typhoon MAN-YI (1318) and Typhoon WIPHA (1326) in Japan -, 2014 IEEE Asia Pacific Conference on Circuits and Systems, pp.395-398 (2014).
- 5) プロジェクトマネジメント協会:プロジェクトマネジメント知識体系ガイド, Project Management Institute, pp.225 (2000).
- 6) 内閣府:台風18号の大雨等による被害状況等について(第14報), [http://www.bousai.go.jp/updates/h25typhoon18/pdf/h25typhoon18\\_14.pdf](http://www.bousai.go.jp/updates/h25typhoon18/pdf/h25typhoon18_14.pdf) (2014).
- 7) 内閣府:平成25年台風第26号による被害状況等について(第30報), [http://www.bousai.go.jp/updates/h25typhoon26/pdf/h25typhoon26\\_30.pdf](http://www.bousai.go.jp/updates/h25typhoon26/pdf/h25typhoon26_30.pdf) (2013).