

3.2.2.3 建物被害調査に関する教育・訓練システムの開発

(1) 業務の内容

(a) 業務の目的

防災リテラシー向上のためのトレーニングシステム開発における一つのテーマとして、建物被害調査に関する教育・訓練システムの開発を行い、首都圏での実証実験によりその有効性を検証する。

(b) 平成 27 年度業務目的

1) 個人を対象とした建物被害情報収集システムの検討

平成 26 年度には、高層建物を対象とする建物被害調査システムを設計し、超高層オフィスビルを想定した個々のテナントを情報提供者とした建物被害情報の収集および建物全体での情報集約方法について、その適用性を確認した。一方、オフィスビルや商業施設には従業員のほかに、訪問者など多くの滞在者が存在する。そこで平成 27 年度は、オフィスビルや商業施設の従業員や訪問者など、滞在者個人を情報提供者として多数の建物被害情報を効率的に収集するための仕組みを検討する。さらに、収集した情報を効果的に活用するための基礎的検討として、超高層オフィスビルの管理体制の実態把握を目的とするヒアリング調査を行う。

2) スマートフォンを活用した建物被害調査システムの検討

平成 26 年度までの成果によって、開発したモバイルツールを建物被害調査において活用するための建物被害調査研修・訓練システムを開発し、実建物を利用してビル管理会社社員や自治体職員を対象とした建物被害調査研修・訓練を試行した。これらの試行によって、開発したシステムは有効に機能し、研修によって調査員がシステムを使用できるようになることが確認されたが、携帯端末としてのタブレット端末の普及があまり進んでいないことも明らかになった。そこで平成 27 年度は、開発したシステムをスマートフォン向けに改修し、タブレット端末との使用性の比較を行う。さらにビル管理会社社員や自治体職員を対象に実建物において試行し、調査員に対する研修・訓練方法を検討する。

(c) 担当者

所属機関	役職	氏名	メールアドレス
常葉大学大学院環境防災研究科	教授	田中聡	
常葉大学大学院環境防災研究科	研究科長・教授	重川希志依	
常葉大学大学院環境防災研究科	准教授	河本尋子	

(2) 平成 27 年度の成果

(a) 業務の要約

1) 個人を対象とした建物被害情報収集システムの検討

- ・不特定多数の施設利用者を対象とした建物被害情報収集の仕組みの検討と実験
- ・収集した情報の活用に関する施設管理者を対象とするヒアリング調査

2) スマートフォンを活用した建物被害調査システムの検討

- ・スマートフォンを活用した建物被害調査システムの開発
- ・携帯端末を活用した建物被害調査研修を実施し課題の検討

(b) 業務の成果

1) 個人を対象とした建物被害情報収集システムの検討

a) 不特定多数の施設利用者を情報提供者とする建物被害情報収集の仕組み

オフィスビルや商業施設の従業員や訪問者など、不特定多数の施設利用者を情報提供者として多数の建物被害情報を効率的に収集するための仕組みを検討した。具体的には、施設管理者が建物被害を把握する際に必要な情報（被害位置、被害写真、被害の説明）を不特定多数の施設利用者から収集するために、図1に示すように、施設やビル等が平常時に運用している Facebook ページを介して、施設管理者と施設利用者間の情報収集・伝達を行う仕組みを構築した。施設管理者は不特定多数の利用者に向けて Facebook ページに情報提供依頼の投稿を行い、Facebook を閲覧する施設利用者はその投稿に対して写真付きで情報をコメントすることで情報が提供される。施設管理者は収集した情報から建物の被害状況を把握するとともに、利用者に情報を発信し共有することができる。



図1 Facebook を活用した建物被害情報収集の仕組み

b) 不特定多数の施設利用者を対象とした建物内の情報収集に関する実験

前述の仕組みを適用して建物内の情報収集に関する実験を行った。表1に実験概要、図2に実験の様子を示す。実験は、大学キャンパスの超高層ビルにおける共用部 12 フロアの床面積約 6,700 m²を対象に、被害の代わりに 100 枚の掲示写真の情報をできるだけ多く収集するゲームとして実施し、学生を中心とする 55 名が参加した。参加者に対するゲームの説明や情報伝達は予め用意した Facebook ページを通じて行い、参加者は管理者からの情報提供依頼の投稿に対して、スマートフォンやタブレット端末で撮影した掲示写真に加えて掲示位置と写真内容の説明をコメントした。表2に実験結果を示す。1 時間の実験で収集した総コメント数 1,750 件（46 秒/件）のうち、必要な情報（撮影写真、掲示位置、写真の説明）がすべて含まれる有効コメント数

は約 9 割の 1,567 件であり、建物の広範囲に及ぶ多数の有効な情報を短時間に収集できることを確認した。

表 1 建物内の情報収集に関する実験概要

実施日時	2015 年 12 月 3 日 (金) 15:40~16:40 (1 時間)
実施場所	工学院大学新宿キャンパス
対象範囲	11 階~地下 2 階 (3 階を除く 12 フロア) 共用部
対象床面積	約 6,700 m ²
掲示写真枚数	100 枚
参加者数	55 名



図 2 建物内の情報収集に関する実験の様子

表 2 建物内の情報収集に関する実験結果

総コメント数	1,750 件
コメント 1 件当たりの時間	46 秒/件
有効コメント数*	1,567 件 (89.5%)

※「撮影写真」、「掲示位置」、「写真内容説明」の 3 点すべてが含まれるコメントの数

c) 収集した情報の活用に関する施設管理者を対象とするヒアリング調査

施設管理者を対象とするヒアリング調査を行い、収集した情報等を用いた写真掲示位置の同定に関する検証を行った。ヒアリング対象者は工学院大学施設管理者 2 名。A 氏は新宿キャンパス勤務 約 30 年、B 氏は八王子キャンパス勤務 約 10 年 (新宿勤務経験 約 5 年) の経歴である。

検証は 3 回に分けて実施して付与する情報に対する位置の特定率を求めた。1 回目は掲示位置の写真、2 回目は掲示位置の写真および階数の情報、3 回目は掲示位置の写真、階数および前述の実験で収集した掲示位置を示すコメントを情報として付与する形でそれぞれ 20 箇所の写真掲示位置の同定を行い、うち 10 箇所は 3 回とも共通の写真掲示位置とした。図 3 に写真掲示位置の同定結果の一例、表 3 に検証結果としてヒアリング対象者 2 名の付与情報に対する位置の特定率を示す。



図3 写真掲示位置の同定結果の一例（赤色：写真掲示位置、青丸：同定した位置）

対象建物を含む新宿キャンパスに約30年勤務しているA氏と、新宿キャンパス勤務約5年の後に八王子キャンパスに約10年勤務しているB氏では、1回目と2回目における同定精度に大きな差が生じたが、情報収集実験で収集した掲示位置の情報を加えた3回目の付与情報に対する特定率は何れも60%以上と同定精度が大きく向上することを確認した。一方、収集した大量の情報は一覽性に欠けるため、情報整理の自動化等により効果的に建物内の状況を把握する仕組みも必要と考えられる。

表3 検証結果より求めた付与情報に対する位置の特定率

	検証回数 (付与情報)	記入数	位置特定数 (正解数)		共通写真 記入数	共通写真 位置特定数	
			正解率*			正解率*	
A氏	検証1回目 (写真のみ)	18	15	75.0%	7	6	60%
	検証2回目 (写真・階数・説明)	18	16	80.0%	8	8	80%
	検証3回目 (写真・階数・説明)	20	20	100.0%	10	10	100%
B氏	検証1回目 (写真のみ)	4	2	10.0%	1	1	10%
	検証2回目 (写真・階数・説明)	16	9	45.0%	7	4	40%
	検証3回目 (写真・階数・説明)	19	12	60.0%	10	7	70%

*正解率(%)=位置特定数(正解数)/検証枚数×100

2) スマートフォンを活用した建物被害調査システムの検討

a) 建物被害調査システムのスマートフォンへの適用

モバイル訓練支援ツールを活用して被害調査研修・訓練をおこなうためには、機器の普及状況から、携帯端末としてタブレット端末に加えてスマートフォンにも対応する必要がある。そこで昨年度までに開発した建物被害調査システムのアプリをスマートフォン向けに改良した。システムの設計では、被害記録(Damage Description)と被害評価(Damage Evaluation)を分離し、各作業の機能を明確化した(図4)。さらに調査結果をサーバーに送信し、その結果をPCやスマートフォンで閲覧するしくみを構築した。



図4 タブレット端末とスマートフォンによる建物被害調査アプリの設計

次に開発したしくみを高層建物の建物被害調査訓練に適用した。訓練は平成 27 年度新宿駅西口地域地震防災訓練 自衛消防訓練として、平成 27 年 11 月 4 日に工学院大学新宿校舎を利用して実施した。図 5 に調査結果の一例を示す。この訓練では、機材調達の関係から、被害調査はタブレット端末で実施した。調査結果はサーバーに送信され、現地本部では PC で、また各階の調査関係者はスマートフォンで建物の被害状況を確認した。その結果、現地本部のみならず、建物内外のすべての関係者がおなじ調査結果を共有することが可能となり、建物の状態に関する関係者間の状況認識統一のツールとして機能することが確認された。

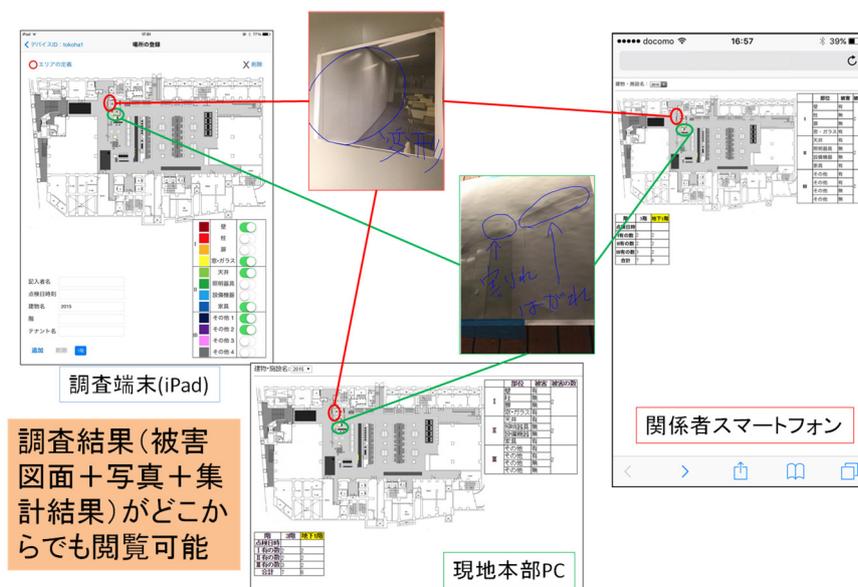


図5 高層建物の建物被害調査訓練結果の例

b) 自治体職員に対する被害調査研修の実施

これらのしくみを活用して、実建物を使用して、自治体職員に対する建物被害調査研修を実施した。研修では、新潟県小千谷市に現存する被災住宅のみならず、各自治体が用意した被害のない実建物も活用した。無被害の建物では、事前に地震による被害状況をシミュレーションし、その被害状況をテープなどによって表現し、被害を模擬した（図6）。



図6 被害を模擬した実建物（左）とシミュレートされた被害状況の表現（右2枚）

研修では、建物被害調査方法の講義のあと、実建物の実地調査、さらに評価検討、講評という構成となる（図7）。ここで実地調査、評価検討において携帯端末を使用するが、比較のため紙図面・紙調査票の紙を用いた作業もあわせて実施した。



図7 建物被害調査研修プログラム

研修結果をまとめると、被害調査においては、災害による被害と劣化との区別が難しいとの意見が聞かれた。さらに被害の程度の評価作業では、±1ランク程度の誤差が存在することが明らかになった。被害評価では、紙による作業は調査員ごとのばらつきが大きく、かつ時間がかかることがあきらかになった。特に、図面から長さや面積などの量（被害量・部位の総量）を読み取る作業は、調査員によって読み取り量の違いが大きく、評価結果がばらつく結果となった。一方携帯端末による評価では、評価結果のばらつきが少ないことがあきらかになった。

(c) 結論ならびに今後の課題

1) 個人を対象とした建物被害情報収集システムの検討

オフィスビルや商業施設の従業員や訪問者など、不特定多数の施設利用者を情報提供者として多数の建物被害情報を効率的に収集するための仕組みを検討し、ソーシャル・ネットワーキング・サービス（SNS）のひとつである Facebook を利用して施設管理者が建物被害を把握する際に必要な情報を収集する仕組みを構築した。その仕組みを適用した建物内の情報収集に関する実験を行い、建物内の広範囲に及ぶ多数の有効な情報を短時間に収集できることを確認した。さらに、施設管理者を対象とするヒアリング調査では、写真掲示位置の同定に関する検証を行い、情報収集実験で得られた位置情報を付与することにより同定精度が大きく向上することを確認した。一方、収集した情報から効果的に建物内の状況を把握する仕組みも必要と考えられ、今後の課題である。

2) スマートフォンを活用した建物被害調査システムの検討

平成 26 年度までの成果によって開発した建物被害調査システムをスマートフォン向けに改修し、建物被害調査研修・訓練において試行し、その使用性を検討した。高層建物の建物被害調査訓練では、スマートフォンを活用することにより、被害調査結果を現地本部のみならず、建物内外のすべての関係者がおなじ調査結果を共有することが可能となり、被害調査ツールとしてのみならず、建物の状態に関する関係者間の状況認識統一のツールとして機能することが確認された。また、自治体職員を対象とした被害調査訓練では、従来の紙媒体による調査と比較して、被害評価作業の時間効率と信頼性の向上に寄与することが確認された。一方スマートフォンはタブレット端末に比べて画面が小さいため、作業効率の観点から改善すべき点があきらかになり、今後の課題となった。

(d) 引用文献

なし

(e) 学会等発表実績

学会等における口頭・ポスター発表

発表成果（発表題目、口頭・ポスター発表の別）	発表者氏名	発表場所（学会等名）	発表時期	国際・国内の別
超高層テナントビルを想定した震災対応訓練と建物被害調査に関する研究 その1：自衛消防組織による震災対応訓練モデル（口頭）	鱒沢曜、久田嘉章、村上正浩、新藤淳	日本建築学会 2015 年度大会	2015 年 9 月	国内
超高層テナントビルを想定した震災対応訓練と建物被害調査に関する研究 その2：建物被害確認・情報集約手法の改善と訓練での検証（口頭）	本橋直之、鱒沢曜、田中聡、久田嘉章、宮村正光、諏訪仁	日本建築学会 2015 年度大会	2015 年 9 月	国内

超高層テナントビルを想定した震災対応訓練と建物被害調査に関する研究 その3：携帯情報端末を活用した建物被害調査システムの改善と訓練での検証（口頭）	田中聡、鱒沢曜、水越熏、中嶋洋介、久田嘉章	日本建築学会 2015 年度大会	2015 年 9 月	国内
---	-----------------------	------------------	------------	----

学会誌・雑誌等における論文掲載

掲載論文（論文題目）	発表者氏名	発表場所 (雑誌等名)	発表時期	国際・国内の別
超高層テナントビルにおける地震後の建物被害確認と情報集約手法の検討	本橋直之、鱒沢曜、田中聡、久田嘉章、水越熏、中嶋洋介、宮村正光、諏訪仁	日本地震工学会論文集	2016 年 3 月掲載決定	国内

マスコミ等における報道・掲載

なし

(f) 特許出願, ソフトウェア開発, 仕様・標準等の策定

1) 特許出願

なし

2) ソフトウェア開発

なし

3) 仕様・標準等の策定

なし

(3) 平成 28 年度業務計画案

(a) 超高層建物における建物被害調査手法と教育・訓練システムの検討

平成 27 年度は、建物内の滞在者個人を情報提供者とした建物被害情報収集システムを検討し、SNS を利用した情報収集の検証実験を超高層建物において実施した。検証実験によって、情報収集の仕組みは有効に機能し、建物の広範囲に及ぶ多数の情報を短時間で収集できることが確認された。一方、収集された情報から効果的に建物内の状況を把握する仕組みも必要となる。平成 28 年度は、これまでに行った検討を踏まえ、超高層建物における効果的な建物被害調査手法を構築し、施設管理者等を対象とする研修・訓練プログラムを提案する。

(b) 携帯端末を活用した建物被害調査に関する教育・訓練システムの開発

平成 27 年度までの成果により、タブレット端末、スマートフォンを活用した建物被害調査シ

システムを開発した。開発したシステムは建築の専門家だけでなく建物所有者、居住者、使用者など当該建物に関係するさまざまなステークホルダーが調査可能な仕組みとして開発され、実地訓練を通してその使用性や教育・訓練方法について検討を重ねてきた。平成 28 年度は、昨年度までの実習で得られた知見をもとにシステムを改修するとともに、これまで開発したしくみを取りまとめ、教育・訓練プログラムを提案する。