

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 28 年度業務目的

1) 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とりまとめ、施設管理者等を対象とする防災リテラシーハブを利用した研修・訓練プログラムを提案する。

2) 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、防災リテラシーハブを利用した教育・訓練プログラムを提案する。

(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 28 年度の成果

(a) 業務の要約

1) 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

- ・ 超高層建築物における建物被害調査手法の構築
- ・ 施設管理者等を対象とする教育・訓練プログラムの構築とその実践

2) 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

- ・ 建物被害調査アプリの公開と研修用テキストの制作

(b) 業務の成果

本研究で開発した建物被害調査に関する教育・訓練システムは、1) 講義によって調査方法を学び、2) 練習問題として実建物を使い学習した内容を総合的に実習し、3) その結果を正解と比較し学習成果を検証する、という学習サイクルの一連の流れの標準的なモデルを構築した点に特徴がある。このシステムを実現するための教材やアプリを開発するとともに、実建物を使った実習を通して、システムを検証した。

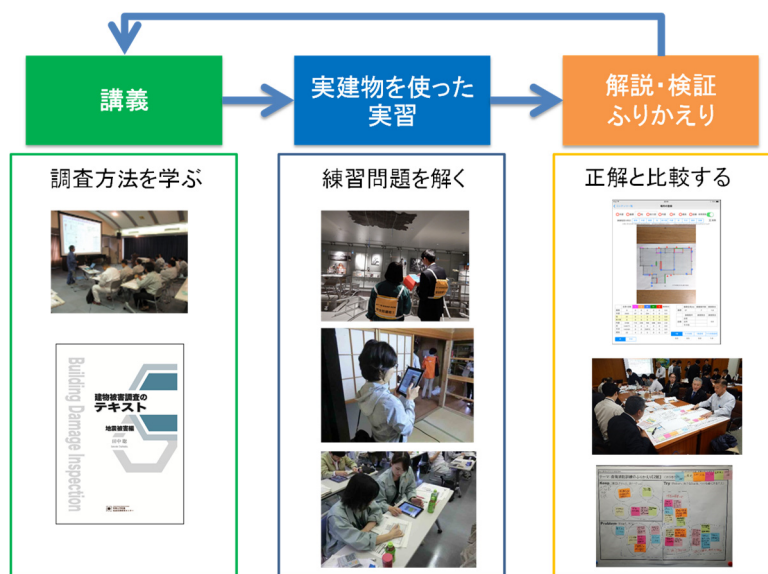


図1 開発した教育・訓練システムのモデル

1) 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

a) 超高層建物における建物被害調査手法

超高層テナントビルのテナント入居者および建物管理者が連携して建物被害確認を行う仕組みとして、これまでの検討を踏まえ、事業所への設置が義務付けられる自衛消防組織を活用した建物被害確認・情報集約手法を構築した。建物被害調査のプロセスは、地震発生直後における対応局面（フェーズ1）とその後の初動対応の局面（フェーズ2）に区分し、フェーズ1は建物内に留まるべきか（全館避難の必要性）の判定を迅速に行うこと、フェーズ2は建物内に留まる際の使用性（立入禁止箇所の有無）の確認を行うことを目的としている（図2）。

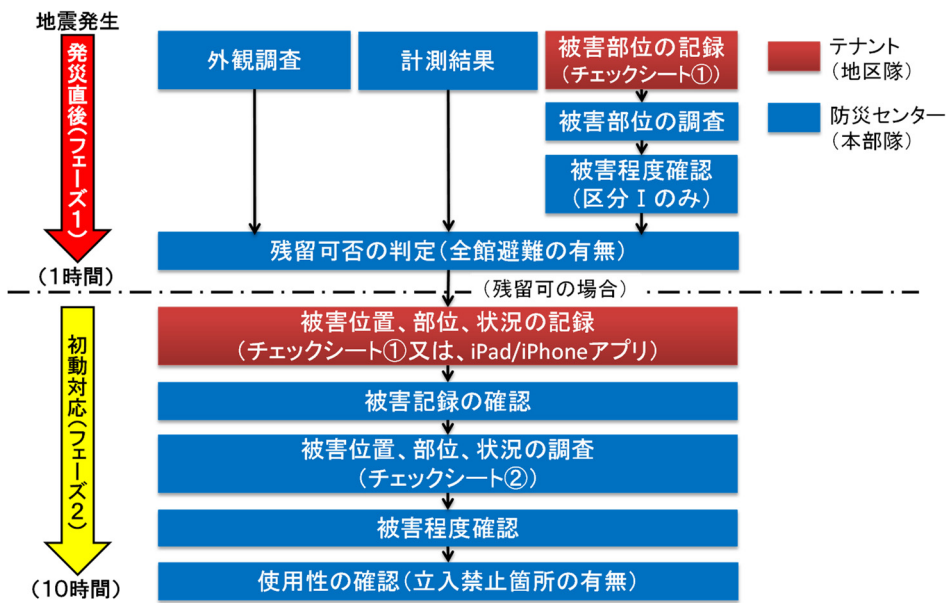


図2 自衛消防訓練に適用した場合の建物被害調査の流れ

フェーズ1における建物被害調査では、地区隊がテナント内の被害部位をチェックシート①の表に記録して本部隊に連絡する。本部隊は、建物の外観調査、被災度モニタリング等の計測結果の確認と並行して地区隊が申告した建物被害の程度を確認して建物被害一覧(フェーズ2)に集約し、建物に留まるべきかを判定する。留まる場合はフェーズ2に移行し、地区隊がテナント内の被害部位に加え、位置(範囲)と被害状況をチェックシート①の図面またはiPad/iPhoneアプリに記録して本部隊に伝達する。本部隊は、チェックシート②を用いて地区隊が申告した被害情報をフロア毎に集約し、調査を行い被害程度に応じて立入禁止箇所を設定する。建物被害一覧(フェーズ2)には、建物のフロアごとの被害状況、調査優先度および立入禁止箇所の有無が集約される。(図3)

【解答例】 建物チェックシート①(テナント用/フェーズ1・2) 【訓練用】

記入者名(カタカナ) シンジュウゼロ 建物 施設名 新館タワービル テナント名・場所 新宿食堂

編成日・時刻 11月10日 08時10分

フェーズ1(表)

区分	記号	部位	被害状況	状況
Ⅰ	A	柱	1: 変形 2: 腐食 3: 軽微 4: はがれ 5: 割れ	
	B	床	6: ひび割れ 7: 陥凹	
	C	天井	8: 開閉障 9: ひび割れ	
Ⅱ	D	天井	10: 漏水 11: その他	
	E	照明・設備	12: 故障 13: 破損	
Ⅲ	F	電気	14: 停電 15: 異常	
	G	上記以外の部位	16: その他	

フェーズ2(図面)

1 図面に被害箇所を線で囲み、調査する範囲(○)は区分(1~5)等も記入する
 2 写真撮影した場合は、図面に写真番号(001等)を記入し、写真データの防災センターに送信する
 3 記入する範囲は必ずしもこの図面に限定されず、調査範囲を拡大する

地下1階平面図(記入例)

新館タワービル

新館タワービル

建物被害一覧(フェーズ2)

フロア	調査時刻	被害部位											調査優先度(参考)	特に重要な被害情報 自由記述	建物内部使用性の 判定 立入禁止箇所の有無 ○ 有: × 無
		テナント情報 確認済	A	B	C	D	E	F	G	H	その他	調査			
28	10:00	100%	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	28		○	
27	10:00	100%	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	27		○	
26	10:00	100%	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	26		○	
25	10:00	100%	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	25		○	
24	10:00	100%	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	24		○	
23	10:00	100%	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	23		○	
22	10:00	100%	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	22		○	
21	10:00	100%	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	21		○	
20	10:00	100%	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	20		○	
19	10:00	100%	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	19		○	
18	10:00	100%	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	18		○	
17	10:00	100%	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	17		○	
16	10:00	100%	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	16		○	
15	10:00	100%	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	15		○	
14	10:00	100%	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	14		○	
13	10:00	100%	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	13		○	
12	10:00	100%	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	12		○	
11	10:00	100%	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	11		○	
10	10:00	100%	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	10		○	
9	10:00	100%	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	9		○	
8	10:00	100%	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	8		○	
7	10:00	100%	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	7		○	
6	10:00	100%	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	6		○	
5	10:00	100%	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	5		○	
4	10:00	100%	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	4		○	
3	10:00	100%	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	3		○	
2	10:00	100%	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	2		○	
1	10:00	100%	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	1		○	
01	10:00	100%	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	01		○	
02	10:00	100%	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	02		○	

図3 建物被害調査チェックシート(左)、および建物被害情報を集約する建物被害一覧(右)

b) 建物被害調査手法を学ぶ研修プログラム

超高層建物の施設管理者およびテナント事業者を対象に、建物被害調査手法を学ぶ研修プログラムを設計した。具体的には、1) 防災センター（本部隊）の役割と調査手法、2) テナント（地区隊）の役割と調査手法、3) 携帯情報端末を用いた調査手法、の3つの研修エリアを設定し、参加者は各エリアで調査手法を学びつつ、地区隊と本部隊が連携した演習も可能な研修プログラムとなっている（図4）。

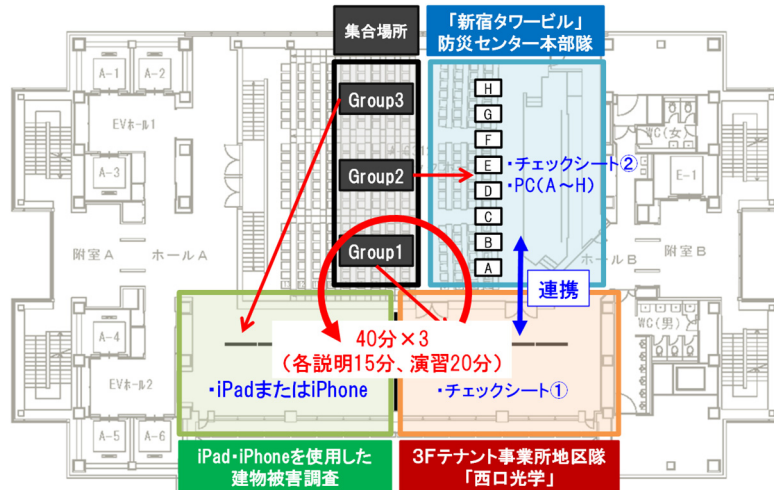


図4 会場のレイアウトと研修の流れ

c) 建物被害調査を実践する訓練プログラム

a)で述べた建物被害調査手法を超高層建物の震災対応訓練で総合的に実践するための訓練プログラムを開発し、2016年11月に新宿駅周辺防災対策協議会が新宿駅西口地域において実施した自衛消防訓練に適用した。具体的には、工学院大学新宿キャンパスを地上28階の仮想の超高層テナントビルに見立て、防災センターと2つのテナント事業所を配置し、首都直下地震の発生による建物被害を設定した。訓練では、前半の20分間を地震発生から1時間の場面（フェーズ1）、後半の20分間を発災後1時間から10時間の場面（フェーズ2）とし、自衛消防隊各隊の安全防護班2名が建物被害調査を実施した（図5）。



図5 自衛消防隊の安全防護班による建物被害調査

d) 訓練の検証プログラム

教育・訓練システムにおける検証ステップとして、訓練参加者同士のワークショップによる訓練のふりかえりを適用した。具体的には、KPTフォーマットを用い、1) Keep（継続したいこ

と、良かったこと)、2) Problem (問題点、不満)、3) Try (Problem に対する改善策、Keep を継続する工夫)、の3つの視点で成果と課題の抽出、整理、共有を行った (図6)。

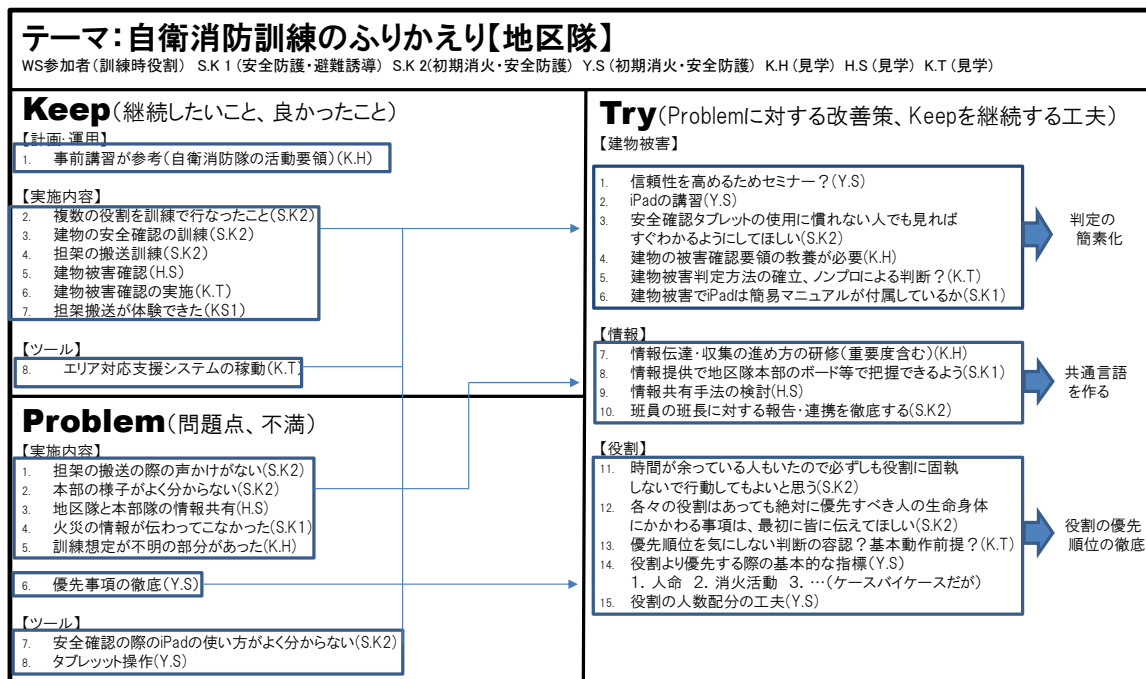


図6 自衛消防訓練の地区隊関係者によるふりかえりの結果

2) 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

a) 建物被害調査システムのスマートフォンアプリの公開

建物被害調査の訓練に使用するために、昨年度開発したスマートフォン(iPhone)版の建物被害調査アプリを改修し、App Storeにて一般公開した。さらにスマートフォン版のアプリの使用方法を解説するビデオを作成し、YouTubeにて公開した(図7)。

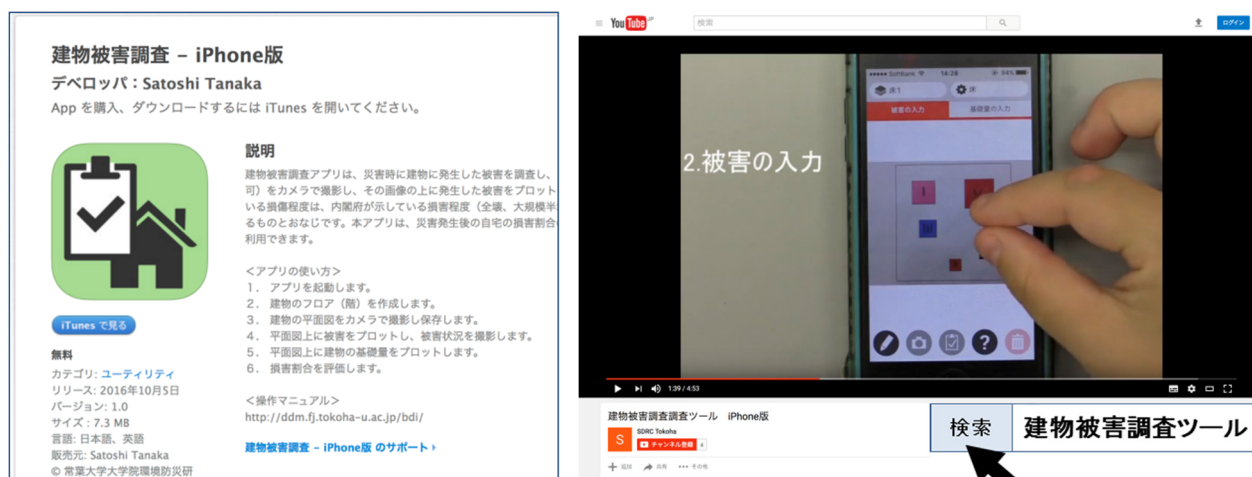


図7 スマートフォン(iPhone)版のアプリ公開

b) 建物被害調査のテキストの制作

研修会を開催するにあたり、学習のためのテキストを制作した。このテキストは、内閣府の災害に係る住家の被害認定基準運用指針、ならびに参考資料（損傷の例示）を参考に、建物各部位の調査方法、被害の記録方法、被害の評価方法、建物被害調査アプリの使用法、などを解説するとともに、研修に使用する建物に関する情報など、調査方法の講義においてあつかわれる内容を収録した（図8）。



図8 建物被害調査のテキストの制作

c) 建物被害調査実習の設計と実施

本研究で提案する建物被害調査実習の特徴は、実建物を使った研修、被害調査アプリの使用、被害の調査と評価を分離した研修の3点である。まず、建物被害調査はほとんどの受講者にとっては初めての経験であるため、講義だけでは理解できない部分が多い。そこで、講義だけでなく実際の建物を使い、被害の調査および評価を一通り経験する体験型の研修を設計した。具体的には、小千谷市に現存する実被災建物、あるいはモデルハウスなどに被害を模擬した研修システムを構築した（図9、10）。



図9 実被災建物を用いた調査実習（小千谷市）



図10 被害を模擬したモデルハウスを用いた調査実習（北九州市）

次に被害調査および被害評価の作業において建物被害調査アプリを使用する。また比較検討のため、従来の紙を用いた被害調査・評価も実施する。建物被害調査アプリでは、被害図面、被害写真、損傷程度の情報が一元的に管理されるとともに、これら損傷状況の図面への入力終了すれば自動的に損害割合が計算されるため、評価の間違いが少なく、また事後に結果を検証し、修正も可能である。

さらに従来の建物被害調査は、被害の調査と被害の評価を同時に現場で実施してきた。しかしこれまでの研究の結果、調査現場において限られた時間内にこれら 2 つの作業を同時に実施することが、調査の見落としや評価の間違いを生む大きな要因となっていることがあきらかになった。そこで、本研究で提案する建物被害調査研修は、調査と評価の作業を分離し、調査現場では被害の発見と被害記録の作成である“被害の調査”に専念し、事務所に戻った後、この被害記録をもとに“被害の評価”を実施する方針で設計した（図 11）。



図 11 被害調査・被害評価実習の様子

d) 正解との比較による学習

研修で使用された建物は、すでにその被害の程度およびその評価に関する正解がある。小千谷市に現存する被災建物は、すべての部位について被害をトレースし、その結果から詳細な損害割合が計算されている。一方モデルハウスでは、事前に被害をシミュレーションして損害割合を計算してある。そこでこれらを被害評価の正解として、実習で得られた各自の解答と比較することにより、理解の程度や学習上の課題をあきらかにする。最後に疑問点や課題について議論し、研修は修了となる（図 12）。

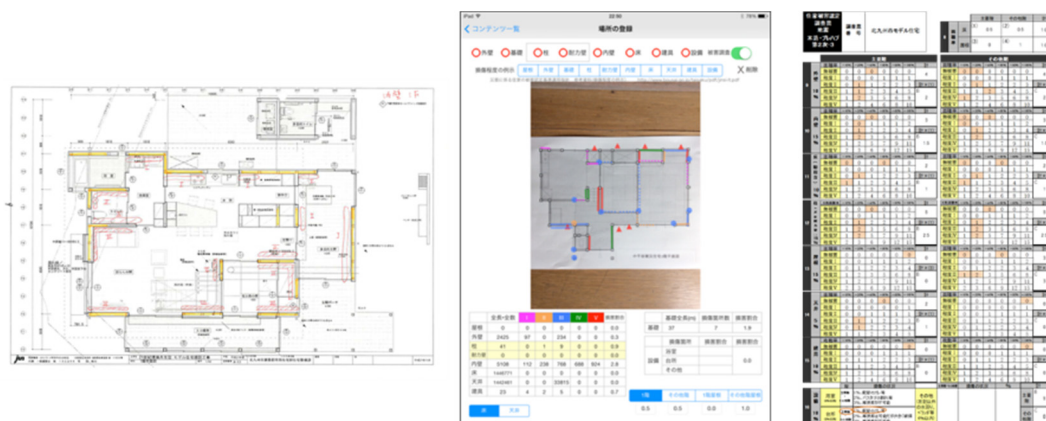


図 12 建物被害評価の正解例

(c) 結論ならびに今後の課題

1) 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 年度までに行った検討の成果を踏まえ、超高層建物における効果的な建物被害調査手法をとりまとめ、施設管理者等を対象とする防災リテラシーハブを利用した研修・訓練プログラムを提案した。構築した建物被害調査手法は、事業所への設置が義務付けられる自衛消防組織を活用し、超高層テナントビルのテナント入居者および建物管理者が連携して建物被害確認を行う仕組みである。この手法を適用した教育・訓練システムとして、1) 調査方法を学ぶ、2) 総合的に実践する、3) 訓練をふりかえる、という 3 ステップで構成される研修・訓練プログラムを提案し、新宿駅西口地域において実践した。一連の教育・訓練プロセスにより、超高層建物における建物被害への対応力を向上させる効果が期待できる。一方、防災担当者が数年のサイクルで交代する事業所も少なくなく、継続的に教育・訓練効果を高める点において課題が残される。

2) 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 26 年度までの成果によって開発したシステムを統合し、携帯端末を活用した建物被害調査に関する教育・訓練システムを構築した。構築したシステムは、学習プロセスにあわせて、1) 講義によって被害調査の方法を学ぶ、2) 実建物を使った被害調査・被害評価実習、3) 正解との比較による誤りの同定とその原因の分析などフィードバックを与える、という 3 ステップで構成される。これを実現するために、教材として建物被害調査のテキストを制作し、建物被害調査アプリを公開した。さらに、自治体職員を対象として、実建物を使った被害調査研修を実施し、実施手順をシステム化した。この手順に則った研修会を毎年複数回開催し、運営上の課題をあきらかにし修正した。

残された課題は、学習効果の保持に関する点がある。一人の自治体職員がこのような研修を受講するのは、多くとも数年に一度である。そのため研修の効果がどの程度持続するのかという点については検証の必要がある。過去に本研修を終了し、本年度発生した熊本地震に応援職員として派遣され、建物被害調査に従事した自治体職員へのヒアリングからは、事前に実建物で一通り経験していたため大変役立った、との意見も多く見受けられ、本研究で提案した教育・訓練システムが一定の成果をあげたものと考えられる。

(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
超高層ビルにおける地震後の建物被害情報収集に関する研究 その 1：自衛消防組織を活用した手法の改善（口頭）	鱒沢曜、本橋直之、田中聡、水越熏、中嶋洋介、久田嘉章、宮村正光、諏訪仁	日本建築学会 2016 年度大会	2016 年 8 月	国内
超高層ビルにおける地震後の建物被害情報収集に関する研究	本橋直之、鱒沢曜、田中聡、水越	日本建築学会 2016 年度大会	2016 年 8 月	国内

る研究 その2：自衛消防訓練による検証（口頭）	薫、中嶋洋介、久田嘉章、宮村正光、諏訪仁			
超高層ビルにおける地震後の建物被害情報収集に関する研究 その3：携帯情報端末を活用した情報収集（口頭）	田中聡、鱒沢曜、本橋直之、水越薫、中嶋洋介、久田嘉章	日本建築学会 2016年度大会	2016年8月	国内
超高層ビルにおける地震後の建物被害情報収集に関する研究 その4：SNSを活用した情報収集（口頭）	寺本彩乃、鱒沢曜、田中聡、水越薫、中嶋洋介、久田嘉章	日本建築学会 2016年度大会	2016年8月	国内

学会誌・雑誌等における論文掲載

なし

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

名称	機能
建物被害調査 iPhone 版	携帯端末を活用した被害図面と被害写真の統合的管理、および被害評価計算の自動化

3) 仕様・標準等の策定

なし