

# 災害時における学校施設の安全性確認に関する教職員への アウトリーチ方策のシステム化

(研究代表者)

常葉大学 社会環境学部

教授 田中 聡

## 1. はじめに

災害発生時には、学校、病院、役所などの公共施設は避難所や災害対応の拠点となるため、早急に建物の安全性を確認する必要がある。これら施設の防災計画では、災害発生後すぐに建築専門家に依頼し、施設の安全性を確認する規定になっているが、実際には専門家の到着までには数日から数週間の時間が必要となり、その間は建築の非専門家ではあるが施設の責任者が使用継続性を判断している実態がある。一方、近年の災害の事例研究から、建物の安全性に関する調査研究は多くの蓄積があるが、いずれも専門家の使用を前提としており、施設の職員など非専門家に対する情報発信はほとんどない。

著者らはこれまで、災害時における建物の被害調査について、専門家と非専門家が作業を分担して実施する方法について検討を重ねてきた<sup>1) 2) 3)</sup>。そこで本研究では、この手法の検討の一環として、災害時に学教教職員などの建築の非専門家が、自身で施設の損傷状況を確認・報告し、遠隔地の専門家からの評価を受けるしくみを構築するとともに、実証実験によってその有効性を検討した。

## 2. 災害時における学校施設の安全性確認の現状と課題

本研究ではまず、小学校を対象として、施設の耐震計画や避難所として使用するための計画などについて調査をおこなった。静岡県の「学校の防災対策マニュアル(改訂版)」<sup>4)</sup>では、避難所運営において学校等の避難所施設管理者の役割は、図1の通り、市職員と連携し施設・設備の被害状況や安全性の確認とある。

(3) 避難所運営について自主防災組織や市町防災担当者等と確認しておきたい項目

「避難生活の手引き」(静岡県危機管理部)

●避難所運営の主な役割分担

避難所運営に関する、避難所利用者、自主防災組織等との基本的な役割分担は以下のとおりです。詳細は市町や施設により異なります。

組織等	役割
避難所運営組織 (避難所利用者による)	<ul style="list-style-type: none"> <li>避難所の運営主体</li> <li>地域のマニュアル等に基づく避難所立ち上げ後は、自主防災組織等から速やかに運営を引継ぎ、利用者全員をメンバーとする「避難所運営組織」を立ち上げる。</li> </ul>
自主防災組織 (地元自治会)	<ul style="list-style-type: none"> <li>避難所の立ち上げを主導する (適宜、「避難所運営組織」に体制を移行する)</li> <li>避難所や地域住民への情報伝達</li> <li>在宅避難者の把握及び支援</li> <li>地域全体の防火・防犯活動</li> </ul>
避難所施設管理者 (学校等)	<ul style="list-style-type: none"> <li>市町職員と連携し施設・設備の被害状況や安全性の確認</li> <li>施設管理</li> <li>避難所の運営支援(おもに施設、備品)</li> </ul>
市町職員	<ul style="list-style-type: none"> <li>施設管理者と協力した避難所の開設・解消(閉鎖)</li> <li>市町災害対策本部(以下、市町本部と記載)との連絡調整</li> <li>避難所の運営支援</li> </ul>

※市町職員を避難所に配置(常駐)させず、被災者支援の拠点となる施設のみに職員配置を計画している市町もあります。

図1 避難所運営における学校等施設管理者の役割

しかし実際には、災害直後に市町職員がすべての学校施設に配置されることは困難であり、結果として学校の教職員による被害状況や安全性の確認が必要となる。さらに地震発生後の建物の使用可能性については、応急危険度判定士の判定を受けることとされているが、災害発生後に動員可能な応急危険度判定士の数は限られており、迅速な対応は難しい。そのため過去の災害では、専門家の評価を得ないまま、避難所として学校施設が使用される現実がある。

一方、「学校安全推進の手引き」<sup>5)</sup>では、さまざまな安全点検の種類と対象が示されている(図2)。図2において、災害発生時には必要に応じて点検項目を設定し、教職員が安全点検を実施することになっているが、具体的にその項目は例示されていない。図3は、横浜市学校防災計画<sup>6)</sup>で、災害時における被害報告様式が定められている。

2 安全点検の種類と安全管理の対象

安全点検の種類	安全点検の時期・方法	安全管理の対象
定期的安全点検	毎学期1回以上、計画的に、また教職員全員が組織的に実施	児童生徒が使用する施設・設備及び防火に関する設備などについて
	毎月1回、計画的に、また教職員全員が組織的に実施	児童生徒が多く使用と思われる校地、運動場、教室、特別教室、廊下、昇降口、ベランダ、階段、便所、手洗い場、給食室、屋上など
臨時の安全点検	<ul style="list-style-type: none"> <li>必要があるとき</li> <li>運動会や体育祭、学芸会や文化祭、展示会などの学校行事の前後</li> <li>暴風雨、地震、近隣での火災などの災害の発生時</li> <li>近隣で危害の恐れのある犯罪(侵入や放火など)の発生時など</li> </ul>	必要に応じて点検項目を設定
日常的安全点検	毎授業ごと	児童生徒が最も多く活動を行うと思われる箇所について

図2 災害時における学校安全点検の種類と対象

### 被害状況等の報告（地震発生時）

区	学校	記入者氏名
年	月	日
午前・午後		時 分現在

在籍児童生徒数	名	欠席児童生徒数	名	
在籍教職員数 (臨任・非常勤含む)	名	欠席教職員数 (臨任・非常勤含む)	名	

被害の有無 あり・なし (被害ありの場合は、下記の欄に記入する)							
被害状況	教職員	児童生徒	被害施設状況	校舎	体育館	校庭	
	死亡者			小破			
	重傷者数			中破			
	軽症者数			大破			

※ 該当する欄に人数を記載する

### 被害状況詳細報告

区	学校	記入者氏名
年	月	日
午前・午後	時	分現在

#### 児童生徒・教職員の被災状況

児童生徒	在籍数	欠席なし	欠席	欠席理由	欠席理由	欠席理由
教職員						

特記事項(死亡者等)

#### 児童生徒の保護者への引渡し状況

保護者に引渡し済みの児童生徒	名
学校で保護している児童生徒	名
その他	名

#### 臨時校役の有無

有・無	職務	氏名	氏名	氏名
-----	----	----	----	----

#### 建物の大きな被害状況(建物名、被害箇所、被害程度(全壊、半壊、一部損壊等))

建物名	被害状況(数値)
-----	----------

#### ライフラインの被害状況

電気	使用 可・不可	被害状況
ガス	使用 可・不可	被害状況
水道	使用 可・不可	被害状況
電話	使用 可・不可	被害状況
防災無線	使用 可・不可	被害状況

#### プールの被害状況

プールの水漏れ	有・無	遊泳者数(地域防災拠点)
トイレの使用可否	使用 可・不可	被害

遊泳可能(一部損壊) 遊泳不可(全壊)

#### 連絡事項(被害の概要、大災の有無)

小破・中破・大破???

建物の大きな被害状況  
(建物名、被害箇所、被害程度  
(全壊・半壊・一部損壊))

図3 横浜市学校防災計画における被害報告様式

ここでは、教職員が図3の報告様式で教育委員会に被害の状況を報告することになっており、被害施設状況を小破・中破・大破、あるいは、全壊・半壊・一部損壊と評価するように求められている。しかしこれらの評価基準は、前者は建物の補修可能性を判断する、建築専門家が実施する被災度区分判定調査の評価区分の一部であり、後者は災証明書発行のために自治体職員が実施する建物被害認定調査の評価区分の一部である。したがって、どちらの調査も学校の教職員が実施できるものではない。

一般に災害発生後の建物害調査では、被害の調査と被害の評価の2つの作業を実施する。被害の調査とは、建物のどこにどのような損傷が発生しているのかの情報を収集し、記録する作業である。一方、被害の評価とは、被害の調査の記録をもとに、評価目的(安全性、損害量、補修可能性など)ごとに定められた方法で損傷情報を分析し、評価する作業である。建物被害調査の調査票あるいは報告様式では、これら2つの作業を一人の調査員が同時に実施することを前提にしている。しかしこれは建築専門家を調査員として想定しており、非専門家である学校教職員に正確な調査をもとめることは難しい。

そこで本研究では、災害発生後の建物の安全性を確認する建物被害調査において、被害の調査と被害の評価の作業を分離し、被害の調査は現場にいる学校教職員が実施し、その結果を遠隔地の建築専門家に送信し、送信された調査結果をもとに専門家が被害を評価し、安全性を判断するしくみを構築するとともに、実際の小学校において実証実験を実施し効果を検証した。

### 3. 学校教職員の適性に関する検討

学校教職員には、彼らが日常的に実施している学校施設の定期安全点検がある。そこでまずこの定期安全点検について、建物被害調査との関係性を検討する。図4は定期安全点検のチェックポイント<sup>4)</sup>の一例である。図4にはさまざまなチェックポイントが示されているが、例えば赤枠

で囲ったように、床、壁、建具など、建物被害調査での点検部位と一致する項目もおおい。さらに安全点検の方法は、目視による検査、打音による検査、振動・付加による検査など、建物被害調査の方法と同じである。

以上から、調査の部位および調査の方法については、建物被害調査と定期安全点検との類似性はきわめて高く、適用可能であると考えられる。一方、学校の定期安全点検における点検結果の記録方法は、図5に示すように部屋ごとのチェックリスト方式である。チェックリスト方式では、点検項目を漏れなく点検したことは確認できるが、それぞれの部屋のどこ（どの位置）に不具合（損傷）が発生したのか詳細がわからない。一方、建物被害調査では、平面図に損傷の発生状況を記入することによって、建物全体における損傷の分布状況など被害の全体像を把握し、建物全体としての安全性を評価する必要がある。そのため、被害状況の記録では建物平面図を使用することとし、学校教職員による調査の適性判断は、平面図に損傷を記入できるかどうかを鍵となる。

4 安全点検のチェックポイント		評価の観点	
床 壁 建具	床がゆがみ、亀裂、その他の損傷が目に触れやすくなっているか。	目視による検査	(1) 地面(断面、平面)の凹凸(地面、床など)
	床面は釘やきさくれが出ているか、破損したまじっていないか。		(2) ゆがみ・亀裂、腐食、ささくれ
	床のビニール・タイルなどに浮き、摩耗、破損等はないか。		(3) 金具・鎖などの摩耗、錆(遊具など)
	床が傷みやすく、転倒のおそれはないか。		(4) 溶接ビートの突出(遊具など)
	戸口に消磁や電磁はないか。		(5) 外柵の破損
	壁面に剥離や電磁はないか。	打音による検査	(1) 澄んだ音
	壁面はしっかり止められているか。		(2) 叩いてぐらつく、濁音
	取っ手や鍵など、天井からの落下物など落ちやすくなっているか。	振動・負荷による検査	(1) ゆり動かす
	扉、取手、錠などのつり金や部品は完全に、落下のおそれはないか。		(2) 押す
	扉が閉まらなくなっているか、窓や窓ガラスが外れやすくなっているか。		(3) ねじる
出入口の戸が外れやすくなっているか。	作動による検査	(4) ぶら下がる	
扉や椅子はじょうぶで、斜などが出ているか。		(5) 引く	
スイッチ、コンセント、照明器具などが適切な位置にあり、危険防止の配慮がされているか。	試験による検査	(1) スイッチをいれる(機械など)	
掃除用具等の収納庫の扉が破損したり、外れやすくなっているか。		(2) 回転させる(遊具など)	
戸棚、ロッカー等の転倒防止がなされているか。		プールの水質検査など	
棚の上の物品が落下のおそれはないか。			
立物、干支柱などの危険な物が残存は安全にされているか。			
カーテンが外れたり、輪が外れたりしていないか。			
扉は学校環境基準に適合しているか。			
室内の換気は適切か。			

図4 定期安全点検のチェックポイントと検査方法



図5 実際の学校で使用されているチェックリスト例

#### 4. 学校施設の調査・安全確認システムの開発

本研究では、図6に示すようなスマートフォンアプリを開発し、学校教職員による建物被害調査と遠隔地の建築技術者による安全性評価の仕組みを構築した。開発したアプリでは、建物の平

面図を背景として、その上に損傷箇所をマーカーをプロットするとともに、スマートフォンのカメラで損傷箇所の写真を撮影し、マーカーとリンクして保存する。すなわち調査者の作業は、1) 損傷箇所の発見、2) 平面図上で損傷箇所の位置を特定、3) 平面図上の損傷箇所にマーカーをプロット、4) 損傷箇所の写真を撮影、の4つ作業の繰り返しとなる。調査終了後、スマートフォンに保存された調査データをサーバーに送信する。

遠隔地の専門家は、サーバーにアクセスし、調査結果を閲覧し、建物の安全性を評価する。評価結果はサーバーに保存され、学校職員はブラウザで評価結果、ならびに専門家からのアドバイスを閲覧できる。

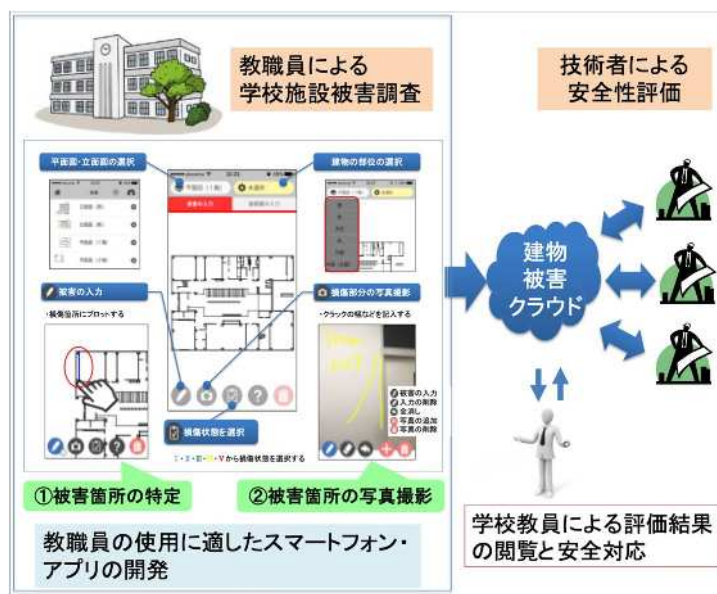


図6 開発した被害調査システム

## 5. 小学校におけるシステム運用の実証実験

静岡市立中島小学校の協力を得て、同校の校舎を使用し実証実験を実施した。実験の詳細は以下の通りである。

実施日時：2019年8月5日（月）10:00-12:00

参加者：中島小学校教員 15名、中島地区自主防災会 12名

今回の実証実験では、中島小学校の教員のみならず、同小学校を避難所として利用する可能性がある地元の自治体の方々も参加いただいた。いわば災害発生直後に現場に参集可能な方々であり、実験の目的にも合致する。

当日はまず、建物被害調査の勘どころについて建築構造の専門家から簡単に講義をいただき、その後スマートフォン・アプリを使った調査方法について簡単な説明をおこなった。次に、中島小学校校舎1階部分を使い、被害調査の実証実験を行った。校舎での実験終了後、避難所として



想定されている体育館に移動し、構造の専門家から、過去の事例から体育館の被害の実態について説明した。最後に参加者全員で被害調査に関する討論を実施した。調査では、中島小学校校舎に発生しているさまざまなクラックを災害による損傷に見立て、二人一組でスマートフォン上に表示されている図面で場所を特定し、損傷を記録した。調査範囲は中島小学校校舎1階とし、約40分で終了した(図7)。



図7 静岡市立中島小学校での実証実験の様子

調査終了後サーバーに送信された調査結果の一例を図8に示す。ほとんどの調査者は、中島小学校は初めての訪問であったが、平面図への損傷のプロット、損傷箇所の写真撮影など、ほぼすべての作業を問題なくこなし、被害調査として必要な結果が得られたと判断された。



図8 サーバーに送信された調査結果

最後の討論では、システムの運用に関する意見が多く出された。まずスマートフォンを用いた調査アプリについては、「操作が人によっては難しい場合がある。もう少し簡略化出来る」という意見が出た。この意見は特に自主防災会の方からの意見であった。さらに、調査の際にひび割れのサイズを測るクラックスケールの使用方法や、被害状況の判断基準がわかりにくいという意見もだされた。さらに教員の方々から、定期安全点検にもシステムを使用するしくみがあれば、災害時により効率的に使用できるとの意見をいただいた。また専門家から、体育館の照明など非構造部材の状況確認について、なんらかの工夫が必要である旨が述べられた。

後日、サーバーに格納された被害調査結果から専門家による評価を実施した。調査した教員からはアプリが使いにくいという意見もあったが、調査結果は、安全性評価に必要な損傷の様子は概ね把握できているとの判断であった。応急危険度判定調査として考えた場合、この調査結果から『危険』と『要注意』を判別することは十分可能である。この建物は建物の諸元の情報や設計図書の情報がほとんどない状況であったが、これらが参照できれば、より詳細な判断が可能との意見があった。

## 6. 島田第一中学校体育館におけるドローンを使った被害調査実験

中島小学校での実証実験において、体育館天井の照明など非構造部材の損傷確認が、床面からの目視調査では難しいことがあきらかになった。そこで、小型のドローンを使用して写真撮影することによって、損傷の確認が可能かどうか、実証実験をおこなった。

実験は島田市教育委員会の協力をいただき、島田第一中学校の体育館で実施した。

日時：2020年2月17日 15：30-17：00

参加者：島田市教育委員会指導主事

島田第一中学校教頭

湯瀬裕昭（静岡県立大学）

重川希志依・田中聡（常葉大学）

常葉大学学生

島田第一中学校体育館は天井がはってあるため、天井板・照明器具・バスケットボールゴールなど附属設備の不陸やはずれが調査可能かどうかを検討した。また島田市教育委員会指導主事や島田第一中学校教頭の方々にもドローンを操縦いただき、調査の可能性についてご意見を伺った。図9にドローンによる体育館天井調査の様子を示す。



図9 ドローンによる体育館天井調査の様子





図 10 サーバーに送信された調査結果

ドローンで撮影された写真から、天井板の不陸についてはおおむね発見が可能と判断される。またバスケットボールゴールの状況についても、ある程度接近すれば損傷は発見可能と判断された。一方、この体育館では天井板の中に照明器具が埋め込まれているため、照明の吊り金具の状況を観察することはできなかった。ドローンで撮影された結果を、開発した建物被害調査アプリに取り込んだ結果を図10に示す。調査員による目視調査の結果と合わせれば、より正確な状況判断が可能になると考えられる。

一方、ドローンはカメラが機体の前面に設置されており、前方ならびに下方の撮影しかできない。そのため調査で天井板を撮影するには、ドローンが天井面にかなり接近する必要がある、この操縦が難しい。今後、ドローンの上面にカメラを設置することを検討する必要がある。

実験終了後、調査の可能性について教員のご意見を伺った。その中で、学校では、そもそも体育館は安全であるという前提で避難所運営などが計画されている。そのため、災害時の具体的な被害調査の手順は決められていない。そのため、体育館のどこをどのような手続きで調査すればよいか、その明確化が必要である。災害時であるため、手続きはなるべく簡略化することが重要である。さらにドローンを使った被害調査では、最初からドローンを使うより、必要な箇所だけドローンで調査した方が効率が良い。すなわち、最初は教員が目視で大まかな状況を確認・撮影し、専門家に送信する。その後専門家の指示によって、もっと詳しい調査が必要な箇所に集中してドローンで調査する方が運用しやすいと思われる、とのことであった。

## 7. おわりに

本研究では、災害時における避難所となる学校施設の安全性確認について、建築の専門家と非専門家である学校の教職員が作業を分担しながら被害調査を実施する手法を開発し、実際の教員を対象に小学校において実証実験を実施した。小学校教員を対象としたスマートフォン・アプリ

りを使った被害調査では、使用性、正確性などについておおむね良好な結果が得られた。一方、専門家による安全性の判断においても、この調査結果からある程度の安全性の判断ができることが示された。

さらに避難所として使用される体育館について、ドローンを活用して天井や照明など高所部分の被害調査の実験をおこなった。その結果、天井の不陸や付属設備の状況がおおむね把握できることが明らかになったが、ドローンのカメラの位置など今後の検討課題も残った。

避難所となる学校施設は、災害発生前に建物に関する情報収集が可能であるため、事前に必須調査ポイントを設定するなど準備を進めれば、より迅速かつ的確な判断が可能になると考えられる。

#### 参考文献

- 1) 田中聡、鱒沢曜、災害時におけるスマートフォンを用いた教職員による学校施設の被害調査・安全性判定システムの開発、日本建築学会大会学術講演梗概集（中国）、pp. 395-396, 2017. 8.
- 2) 水越熏、中嶋洋介、田中聡、災害時におけるスマートフォンを用いた医療機関職員による医療施設の被害調査・安全性判定システムの実証実験、2018年度日本建築学会（東北）学術講演会梗概集
- 3) 田中聡、重川希志依、安藤雅之、災害時における学校施設の安全性確認に関するシステム化、地域安全学会東日本大震災特別論文集、No. 8, pp. 39-42, 2019. 8.
- 4) 学校の防災対策マニュアル（改訂版）、静岡県教育委員会、平成31年3月、<http://www.pref.shizuoka.jp/kyouiku/kk-120/bousai/documents/bousaimanual3103.pdf>
- 5) 学校安全推進の手引き（改訂版）～安全管理を中心として～、静岡県教育委員会、学校教育課、平成21年12月、<https://anzenkyouiku.mext.go.jp/todoufuken/data/22shizuoka/22-07/22-07-1.pdf>
- 6) 横浜市学校防災計画～地域との連携・協働による安全・安心な学校づくりのために～、横浜市教育委員会、平成31年度4月改訂版、<https://www.city.yokohama.lg.jp/kurashi/kosodate-kyoiku/kyoiku/sesaku/school-bohan/bunya3000.files/31gakkobousaiplan1.pdf>