

# 防災に関する技術とマネジメント

佐藤 健 (東北大学)

Technology and management for disaster risk reduction

Takeshi Sato (Tohoku University)

## 1. はじめに

防災に関する多種多様な技術開発が進められている。一方でその最新技術を活かしきるマネジメント力が十分に発揮されている社会状況とは言い切れない。

そこで、本報告では具体的な技術要素として、緊急地震速報システム、構造ヘルスマニタリング、耐災害情報通信技術を取り上げ、それらを有効に活用するためのプランニングやマネジメントの重要性を述べる。

## 2. 緊急地震速報システムの整備と活用

### <2・1> 一般利用開始時期の市民の対応と課題

平成 20 年 6 月 14 日に発生した「平成 20 年 (2008 年) 岩手・宮城内陸地震」(以下、岩手・宮城内陸地震と呼ぶ)は、平成 19 年 10 月の緊急地震速報の一般への提供が開始されてから、被害を伴う初めての地震となった。筆者らは、仙台市内の中高層集合住宅の居住世帯を対象に、岩手・宮城内陸地震の際に、緊急地震速報を入手した直後の住民の行動を調査した。その結果、「室内の安全な場所へ身を寄せた」が 25.4%を占める一方で、「家具を押さえた」が 20.3%あった。「何もできなかった」が 37.3%、「火の元を確認した」は 11.9%であった。

テレビ等による一般利用者向けの緊急地震速報は、主要動到達までの余裕時間や、その場所での揺れの強さに関する情報を配信しない状況の中で、緊急地震速報の猶予時間があるがために、かえって家具が転倒しないように押さえるなどの危険行動をとる割合が相当数存在する実態が明らかとなった<sup>(1)</sup>。

### <2・2> 学校への緊急地震速報システムの導入と課題

文部科学省は、「実践的防災教育総合支援事業」として、学校での防災教育に関する指導方法等の開発・普及のための支援事業を全国の都道府県と政令市を対象に募集をかけて平成 24 年度から実施している。宮城県は、平成 24 年度から継続して事業受託者となり、石巻市に再委託して緊急地震速報システムの整備や防災教育の推進を図っている。

さらに、平成 27 年度からは、「防災教育を中心とした実践的安全教育総合支援事業」として、これまでの災害安全に加えて、交通安全、生活安全も包含した総合的な安全教育に対する支援事業を開始した。都道府県教育委員会へ委託する形式は、前年度までの「実践的防災教育総合支援事

業」と同じであり、宮城県も受託機関の一つである。

石巻市は「実践的防災教育総合支援事業」の宮城県からの再委託機関として、平成 24 年度から 3 年間、防災管理、防災教育の充実と強化に取り組んできた。また、平成 27 年度についても、「防災教育を中心とした実践的安全教育総合支援事業」の受託機関となっている。特に、緊急地震速報システムのハード整備は、表 1 に示す通りであり、石巻市立の全学校数に占める緊急地震速報システムの整備率は、小学校で 47.2% (17 校/36 校)、中学校で 45.0% (9 校/20 校) となっている。

また、緊急地震速報システム設置校の防災主任等を対象とした研修会も当該事業の中で開催され、担当者の情報交換を行うことにより各校の実態を理解するとともに、有識者の講話や助言等により今後の避難訓練等における取組についての改善に役立てている。しかし、緊急地震速報システムを訓練モードで活用した避難訓練の実践事例については、決して多いとは言えない状況となっている。ハードウェアとしての緊急地震速報システムが単に学校に導入されただけでは、それを活用した防災教育を学校教員が実践することは困難である。

学校教員が少しでも指導しやすい環境を創るためには、緊急地震速報システムを活用した学習指導案や学習指導書を提示する必要がある。すなわち、学習活動の中に緊急地震速報システムを具体的にどのように組み込み、どんな学習の目当てとするのかを明確にすることが重要となる。

表 1 緊急地震速報システムが導入された学校

Table 1. Installed schools of earthquake early warning system

| 年度    | 学校  |
|-------|---|
| 平成 24 | 住吉中学校、門脇中学校、北上中学校、石巻小学校、鹿妻小学校、飯野川第二小学校、大須小学校、広淵小学校、中津山第二小学校、鮎川小学校 |
| 平成 25 | 万石浦中学校、飯野川中学校、住吉小学校、貞山小学校、鹿又小学校、大原小学校                             |
| 平成 26 | 荻浜中学校、湊中学校、青葉中学校、湊小学校、渡波小学校、大谷地小学校、和淵小学校、万石浦小学校                   |
| 平成 27 | 石巻中学校、寄磯小学校   |

### <2・3> 緊急地震速報を入手した子どもの対応と課題

秦 (2014) は、緊急地震速報システムを訓練モードで活用した小学校における防災訓練の事例を紹介している<sup>(2)</sup>。条件設定として、緊急地震速報が校内放送で配信されたタイミングでは、子どもたちがさまざまな場所に存在する時間帯、すなわち教室等で教員による指示や誘導を子どもたちが受けることができない状況となっている。従って、緊急地震速報を聞いた子どもたちは、それぞれの場所で各々の安全行動を自分自身で考える必要に迫られることになり、命をまもることを主体的に考え、行動するトレーニングとしては、教育的に有効な条件設定の一つと言える。

しかし、ある女子児童の行動が動画で紹介された。それは、自分の教室のあるフロアとは別のフロアにいた女子児童が、緊急地震速報を聞いた直後、階段を経由して自分の教室のあるフロアに移動し、教室の自分の机の下に身をかくす行動であった。緊急地震速報を利活用する上での本来の目的は、猶予時間の間に危険を回避してけがを防止することであるが、目的を達成するための手段の一つに過ぎない机の下に身をかくす行動が、この女子児童の唯一の目的として位置付けられているところに改善が求められる。

緊急地震速報の精度を技術的に高精度化することは必要なことではあるが、子どもたちの発達段階に応じたリテラシーの向上が重要となることを示唆している。

## 3. 構造ヘルスマonitoringと応急危険度判定

### <3・1> 地震後における建物の応急危険度判定

建物の応急危険度判定は、地震後の被災建築物の余震等による倒壊の危険性、および落下物の危険性等を判定し、その建築物と敷地や周囲の建築物の当面の使用の可否を決めることにより、二次的災害の防止を目的に実施される。市町村は、都道府県に応急危険度判定の実施を要請し、主に建築関連部局が中心となって、都道府県で育成・登録が進められている応急危険度判定士の協力を得て実施する流れとなる。

従って、応急危険度判定が実際に実施されるまでには、一定の時間を要することになる。従って、東日本大震災発生時には、表 2 に示すような事態が現場で生じた<sup>(3)</sup>。

表 2 仙台市立原町小学校の緊急避難の事例

Fig 2. Case of refuge of Haranomachi elementary school

本震発生時に、校庭で体育の授業中だったクラスの児童は、そのまま校庭に留まった。校舎から避難した児童も着の身着のまま避難したため、コートなどの防寒着は教室や廊下に残したままであった。余震が続き、校舎建物の安全性が確認できない状況の中で、教職員の申し出により男性職員が校舎に入り、児童の防寒着を窓から落とし、女性教員が受け取って児童に着せることになった。

すなわち、建物の安全性の判断が建築技術者ではない建物管理者等ができないことに起因する。指定避難所の開設が遅れたり、または 2 次被害の危険性が小さくない状況下で無理に避難所として開設してしまう場合などが懸念される。

### <3・2> 応急危険度判定の早期着手の動向

仙台市は、地震災害時における避難所等の安全確認を支援するために、仙台市避難所等開設後安全確認支援実施計画を策定した。それにあわせて、仙台市と建築 4 団体が、平成 26 年 6 月 6 日に、大地震発生後に指定避難所の安全確認を行う応急危険度判定の迅速化を目指すために、協力協定「地震災害時における避難所等の応急危険度判定に関する協定」を締結した。仙台市内で震度 6 弱以上の地震が観測された場合には、協定に基づき、建築士が予め割り当てられた避難所へ赴き、仙台市から要請があったとみなして自主的に応急危険度判定の活動を開始することになっている。

また、内閣府は、「大規模地震発生直後における施設管理者等による建物の緊急点検に係る指針」をまとめ、地震後の建物の安全性を建築士でない建物管理者等でも実施可能な安全性判定手法を提示している。

### <3・3> 構造ヘルスマonitoring技術と将来展望

前述したように、少しでも早く地震後の建物の安全性を判定する動きにあるものの、これらは全て人の目視による確認作業となることに変わりはない。

一方で、構造ヘルスマonitoring技術の研究開発が進んでいる。微小振動計測にも対応した高性能（高精度・広帯域）な地震計センサーを建物内に高密度に配置し、人間の健康管理のように、建物の耐震性の劣化の程度を常時監視される。地震が発生した場合は、損傷程度を精度よく解析することにも常時のモニタリング情報は有効となる。

指定避難所や災害拠点病院等といった災害時の拠点施設については、建築技術者による応急危険度判定、すなわち人による目視による判定作業を待たずとも、構造ヘルスマonitoringにより、地震後の建物の損傷程度の 1 次診断を精度よく実施することが求められる。その診断結果が施設管理者等に早く報告できるほど、地震直後の対応が円滑に行われることに貢献する。

## 4. 東北大学における災害危機管理の強化

### <4・1> 業務継続計画の策定

東北大学の東日本大震災による被害は、建て替え、改修等を要する建物の損害額として約 300 億円、研究教育機器の損害額として約 269 億円、合計 569 億円と報告されている<sup>(4)</sup>。この震災教訓により震災後、施設再生アクションプランづくり、教育研究用機器転倒防止ガイドラインづくりとその運用、東北大学としての業務継続計画 (BCP) の策定、

安否確認システムの再構築、災害対策本部の機能強化と実践的訓練の企画・実施などに取り組んでいる。これらの実務の推進母体は、「東北大学地震対策基盤プロジェクトチーム」と「災害対策推進室」である。

特に、災害対策推進室では、各部局・事業場の協力を得ながら、東北大学としての業務継続計画（BCP）の策定、ならびに災害対応マニュアルの改訂作業に取り組んでいる。BCP の策定は、本部事業場を先駆け（平成 27 年度）として、順次、各部局・事業場の BCP の策定を展開していく予定となっている。

#### <4・2> 大学本部の災害対策本部の運営訓練

東北大学としての業務継続計画（BCP）と密接に関係することとして、災害対策本部の運営訓練がある。平成 27 年度に実施された片平本部の災害対策本部の運営訓練のようすを写真 1 に示す。

訓練のための想定地震としては、長町利府断層を震源とする直下型地震を考え、マグニチュードは 6 クラスとしながらも仙台市内での最大震度 6 強を観測するものとしている。従って、東北地方太平洋沖地震による地震動よりも継続時間は短いものの破壊力が高く、建物の振動被害は、東日本大震災以上に発生する状況を想定している。

具体的な災害対策本部の運営訓練の内容は、総務班や施設班などといった各専門班に対して、震災発生時を想定した状況付与カードがある時間間隔で提示され、適切な対応を検討し、総長出席の災害対策本部模擬会議で状況と対応について報告する形式の訓練を実施した。

また、キャンパス間の災害時通信の訓練も同時に実施した。平成 27 年度は青葉山の滝澤工学研究科長から片平本部の里見総長へ衛星携帯電話を使って、青葉山キャンパス内で重傷者が発生したとの想定に基づいた対応報告などが行われた。衛星携帯電話の整備は全学的に進められており、可搬型の他に、屋外アンテナの設置も進めている。



写真 1 災害対策本部の運営訓練 (2015.10.23)

Photo 1. Operation practice of headquarter for disaster countermeasures

#### <4・3> 耐災害情報通信技術の実証実験

平成 27 年度の災害対策本部の運営訓練においては、片平キャンパスの災害対策本部と川内キャンパスの災害対策本

部とを映像で結ぶ長距離無線通信システムなどの耐災害情報通信技術の実証実験が同時並行で実施され、内線電話の戦略的活用なども含めた災害時の通信手段の多重化が進められている。

具体的には、学生が数多く在籍する川内キャンパスの災害対策本部から大学病院がある星陵キャンパスを中継し、片平キャンパスの災害対策本部までを短時間で設置可能な可搬型の無線通信システム（FWA: Fixed Wireless Access）とメッシュネットワークで結び、IP 電話及び Web 会議システム等の移動式 ICT（Information Communication Technology）ユニットを車載した「ICT カー」により、離れた本部間の情報伝達と共有を実施した。また、川内キャンパス内でキャンパス内の被災状況や学生からの声を効率的に収集・伝達するために、スマートフォンを使用して情報をバケツリレー方式で転送する「スマホ de リレー」の実験も実施した。

実証実験は成功し、記者発表も行っている<sup>(5)</sup>。一方で、これらの最新の耐災害情報通信技術を、災害対策本部の運営にいかにも有効活用するかが問われている。

## 5. おわりに

これまで述べてきたように防災関連の技術開発の進展は著しい。その一方で、その技術を使うのは人であるため、マネジメントができてはじめて、それぞれの技術を被害の低減や被害の拡大防止に活かされることになる。防災研究にとって必要とされるハードとソフトの融合、自然科学と社会科学の融合、研究と実務の融合は、開発された防災技術を活かせる上でも重要となる。

工学分野の強みが発揮される場面が増えることを期待したい。

## 文 献

- (1) 佐藤 健・菊地重信・源栄正人：一般利用者向け緊急地震速報に基づいた住民の緊急対応行動に関する実態調査、日本建築学会技術報告集、Vol.15、No.31、955-958、2009 年 10 月
  - (2) 秦 康範：緊急地震速報システムを活用した「自ら考える」防災訓練、第 16 回日本災害情報学会研究発表大会予稿集、2014 年 10 月
  - (3) 日本安全教育学会編：東日本大震災における学校等の被害と対応に関するヒアリング調査記録集（増補第四版）、12-13、平成 26 年 3 月
  - (4) 東北大学災害対策推進室編：東日本大震災記録集 3.11 から記録と記憶をつないで、次代へ、世界へ、64、平成 25 年 10 月 1 日
  - (5) 東北大学プレスリリース：耐災害情報通信技術の実証実験に成功 -無線通信システムを活用し、Web 会議等によりキャンパス間で被災状況を情報共有-
- <http://www.tohoku.ac.jp/japanese/2015/11/press20151027-01.html>