

# 緊急地震速報の有効性評価に関する研究

## ～大学キャンパスにおける避難訓練事例を通して～

Evaluation of real-time earthquake information system  
through an evacuation drill at campus

小池 則満\*, 正木 和明\*\*, 内藤克己\*\*\*  
Norimitsu Koike, Masaki Kazuaki, Naito Katsumi

\*博(工), 愛知工業大学准教授, 工学部都市環境学科 (〒470-0392 愛知県豊田市八草町八千草 1247)

\*\*工博, 愛知工業大学教授, 工学部都市環境学科 (〒470-0392 愛知県豊田市八草町八千草 1247)

\*\*\* 清水建設株式会社, 名古屋支店 (〒460-8580 名古屋市中区錦1丁目3番7号)

Real-time earthquake information has been sent experimentally since 2004. The system provides an alarm and various security controls to facilitate a person's safety a few seconds before an earthquake occurrence. The evacuation drill with the system was done in Aichi Institute of Technology. After the drill, the risk mitigation of such a real-time earthquake information system for a campus is discussed through a questionnaire survey of the teaching and clerical staff and workers at a school building construction site. According to the results of the survey, the system is expected to establish initial response and to decrease certain risk. The cost-benefit balance of the system is approved by the participant of the evacuation drill. However, the system should be improved to give the alarm around a large campus. We must continue the Plan-Do-Check-Action cycle for a safe campus against earthquakes.

*Key Words: real-time earthquake information, evacuation drill, Plan-Do-Check-Action, Campus*

キーワード: 緊急地震速報, 避難訓練, PDCA, 大学キャンパス

### 1. はじめに

緊急地震速報とは地震発生直後、震源付近の観測点のデータに基づいて出来る限り早く震源やマグニチュードを推定し、地震波到達までに各種情報を提供するシステムである。気象庁では2004年から試験配信を行っており、すでにいくつかの先行導入事例の報告がなされている。

学校防災分野では、源栄らが宮城県で試行している小学校への導入に関してまとめた論説があり、避難訓練や地震防災教育にも役立てる旨が述べられている<sup>1)</sup>。企業防災、特に工場などの生産現場を対象としたものでは、愛知県の三河地域に約30地点からなる強震観測網と気象庁のナウキャスト情報と合わせて地震動情報を解析し、各企業に設置された警報が鳴るシステムを試験運用している取り組みがある<sup>2)</sup>。鉄道業においては、列車を減速、停止することによって、脱線、転覆という最悪の事態を避けることを明確な目標としている。また、自動車ドライバーに対する警報については丸山らが論じている<sup>3)</sup>。建設現場に関しては、すでに、複数の大手建設会社が導入を開始しており、

道路斜面の工事現場への導入事例などもある<sup>4)</sup>。また、建設現場での現場代理人を対象としてアンケート調査を行った研究事例もある。ここでは、おおむね好意的な評価が多い一方で、情報伝達や費用についての問題を指摘する声が多かったとしている<sup>5)</sup>。

このように緊急地震速報は多くの分野において先行的に配信されており、導入にむけてのアイディアが提示されている。しかし、実際に多くの参加者を得た訓練による有効性の検証を行った研究事例は見あたらない。そのため、導入に際して危惧されているパニック発生等の二次災害に関わるリスクが明確でないほか、システムの有効性を、情報を受領する側がどのように捉えているか、不明確である。今後、緊急地震速報のようにリアルタイムで各種の災害に対して警報を発するシステムを社会基盤として整備していくためには、情報の受け取り手の視点から、その有効性を明らかにする必要がある。

次に、大学教育現場における地震防災対策を論じた研究事例としては、木村らが名古屋大学において全学的避難訓練を重ね、参加者へのアンケート結果と、とられた対策を

時系列的にまとめている<sup>6)</sup>。取り組みの内容が具体的に示されており、同様の対策を進めるべき他大学において大変有用な情報になっている。また、津波災害を加味した訓練の事例としては小川らによる徳島大学の事例がある。ここでは、事業継続をひとつのキーワードとし、防災訓練や教育に反映させる方法について論じられている<sup>7)</sup>。また、橋本らによる小中学校を対象としてフェーズ0（発災直後）の段階における対応戦略を論じた研究事例がある。ここでは、ガラス破片等によるパニックになる児童・生徒への対応等を行うための行動指針を提案している<sup>8)</sup>。

以上のように、学校、特に大学における避難訓練に関わる事例や、発災直後における学校の対応について論じた研究論文はみられるが、発災の直前、数秒から数十秒前に危険を知らせる緊急地震速報を、大学の教育現場でどのように活用すべきか論じた事例はみあたらない。2007年10月より、公共放送による緊急地震速報の提供が開始されるなど利用機会が拡大する中で、大学キャンパスにおいて避難訓練を行い、情報の受け取り側の声を聞くことは意義があると考えられる。

そこで本研究では、愛知工業大学において緊急地震速報を用いた避難計画等を作成した経緯（Plan）と、緊急地震速報を活用した避難訓練（Do）、そのときのアンケート調査の結果（Check）等を通じて、今後の対策（Action）を論じる。こうしたPDCAを通じて、大学キャンパスにおける緊急地震速報の有効活用に関わる提案を行うことを目的とする。

## 2. システム導入の経緯と概要

### 2.1 導入までの経緯

愛知工業大学は、学生・教職員数およそ6000人を擁する工学・科学系の大学である。今回、避難訓練の対象となった八草キャンパスは、東西約1000m、南北約500mにわたって丘陵地に広がっている。昭和40年代より、順次、校舎を建設しているため、校舎の老朽化が懸念されるほか、工学・科学系大学として、実験施設も多いことから、地震災害リスクを低減するための手段のひとつとして、緊急地震速報の導入を図ることとした。

そこで産学連携組織である「地震防災コンソシアム」を設立するとともに、産学共同研究プロジェクト「地震情報活用と防災拠点形成による地域防災力向上技術開発」が、文部科学省の平成16年度私立大学学術研究高度化推進事業の産学連携研究推進事業に採択されたのを契機に、2004年4月より本格的な活動に入った。

2005年4月、地域防災研究センターが設置され、気象庁からの緊急地震速報を受信する設備が整えられた。これを有効活用するために、2005年6月より学内防災マニュアルを整備する取り組みを開始した。翌7月には学長室へ整備スケジュールを提案、9月より、地域防災研究センター長の正木和明教授を長として、教員、ポスドク研究員、大学

事務局長、各課の課長クラスの職員からなる「緊急事態対策室」を立ち上げ、学内規定の整備等をすすめた。併せて、緊急放送設備の設計とマニュアル整備も進めた。

2006年1月より放送設備の工事に入り、ハード面での整備は目処がつけられた。主要設備は、本部棟屋上の屋外スピーカー、アンプおよびセンター内サーバーを結ぶ配線である。

以上のような準備期間を経て、2006年7月より、八草キャンパスにおいて緊急地震速報の運用が開始された。震度5弱以上の揺れと予測された場合、防災放送設備が自動的に起動し、サイレンが3秒間鳴り、引き続き「地震がきます」と女性の声で緊急放送が流れるよう設計されている。ただし、導入した2006年当時は、緊急地震速報は試験配信中の情報であったことから、不特定多数へ情報を流さないという取り決めがあった。そのため、試験放送においてキャンパス周辺地区に内容が伝わらないように音量を調整した。

### 2.2 事前講習について

2006年7月より、導入に先立って教職員および学生に対する講習会を、順次、開講した。テキストとして、「緊急地震速報と避難マップ」と題したリーフレットを作成するとともに、これをラミネートしたものを、キャンパス内の各所に常時掲示することとした。図-1、2にリーフレットのイメージを示す。

リーフレットはA3サイズ両面刷りとなっており、表面（図-1）にキャンパス地図と避難経路等、および緊急地震速報が発報された場合の注意が記されている。特に、緊急地震速報が発報された際には、屋内にいた場合には、「あわてて外に飛び出さないこと」、「机の下に身を隠し、落下物から離れる」、「火を消す」、「出入り口やドア・窓を開けて避難口を確保する」、屋外にいた場合には「壁や建物から身を守る」、「自動販売機などの転倒危険物から離れる」と具体的な行動例を示した。



図-1 「緊急地震速報と避難マップ」表面

裏面（図-2）には、緊急地震速報の原理および限界（震源地が近すぎる場合には間に合わない、震度は予測値、誤

報が流れることがある等) を、東海地震を想定したイラスト入りで解説してある。



図-2 「緊急地震速報と避難マップ」裏面

### 2.3 避難訓練の計画

避難訓練は、マニュアル整備に平行して検討されはじめ、2006年7月の放送施設の導入をうけて、翌8月の学長室会議で訓練の実施が意志決定された。さらに「緊急地震速報の一般への伝達に関するモデル実験」として気象庁と協定を交わした。これは、緊急地震速報の先行事例として避難訓練を実施し、結果を広く活かすための手続きであった。

主要な準備としては、全学参加を基本としたため、常勤教員および非常勤講師への連絡、マスコミ対応、点呼態勢の確認などがあった。

緊急地震速報を活用した部分のシナリオは表-1の通りであり、全体で60分である。なお、建物の被害確認等も、教職員等により並行して行われた。

表-1 避難訓練実施スケジュール

時刻	イベント
11:30	説明放送
11:35	緊急地震速報発令 サイレン(3秒間)および放送『地震がきます』を繰り返す、その後、約20秒の空白時間
11:36	放送『地震が到達しました。そのまま揺れが収まるまで待機して下さい』
11:38	放送『地震が収まりました。避難行動を開始して下さい』 野球場への移動開始
12:10	野球場へ集合、学年・専攻別に整列
12:20	点呼、アンケート用紙の配布回収
12:25	滞在者数を本部(地域防災研究センター)へ報告
12:30	学長挨拶、解散

## 3. 避難訓練の実施およびアンケート調査の結果

### 3.1 避難訓練の実施

避難訓練は、2006年12月14日午前11時半から一時間、学生、教職員、業者が参加して行われた。天候は曇りであった。参加者は緊急地震速報を聞き、身を守る動作をして地震がおさまるのを待ち、各自避難場所の野球場へ避難した。大きな混乱もなく、ほぼスケジュール通りに進められた。

アンケート用紙は、教職員・学生用と校舎建設現場における作業員用の2種類を用意した。学生・教職員については避難場所である野球場で配布・回収を、校舎建設現場では現場事務所に依頼して配布・回収を行った。

### 3.2 在学生・教職員用アンケートの集計結果

避難訓練の参加者(避難場所で点呼の際に確認した人数)は、教職員・学生3179名である。そのうちアンケート回収数2591部、回収率は81.50%である。工学・科学系の大学ということもあり、参加者の91%は男性である。

在学生・教職員用アンケートの集計結果を示す。まず、「緊急地震速報」という情報をご存じでしたか?という問いに対しては、図-3に示すとおり、6割が知っていると回答した。しかし事前にリーフレットを配布するなど、周知を図ったにもかかわらず15%が「今回、初めて知った」と回答するなど、必ずしも周知が徹底されていなかったことがわかる。

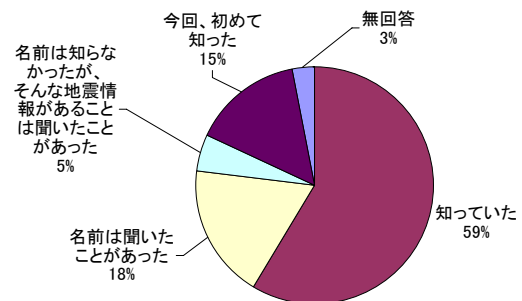


図-3 緊急地震速報の認知度に関する回答結果

緊急地震速報の放送が聞こえ方に関する回答結果を図-4に示す。すぐに緊急地震速報のことだとわかった人がわずか19%しかいない結果になり、情報伝達に問題があることがわかる。自由記述意見として、「音量を大きくしたほうが良い」「放送内容を具体的にすべき」などが多かった。

放送を聞いた場所をみると、図-5に示すとおり、8割弱が教室と答えている。クロス集計を行ったところ、実験室にいた学生124名については、56%が聞こえなかったと回答した。実験の状況にもよるが、騒音等を伴う実験であれば、屋外スピーカーの音が聞こえづかったものと考えられる。

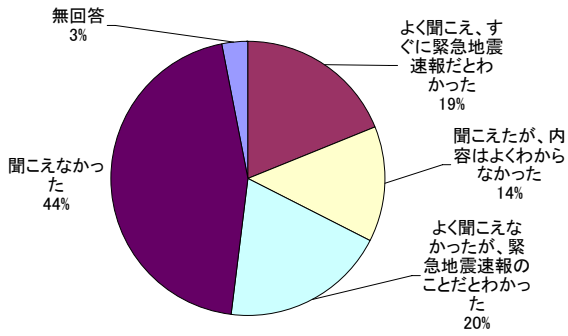


図-4 放送の聞こえ方について

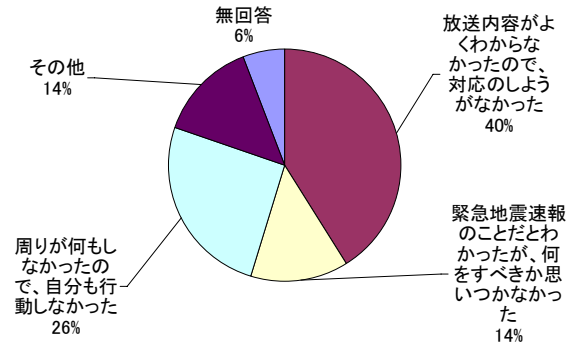


図-7 何もしなかった理由について

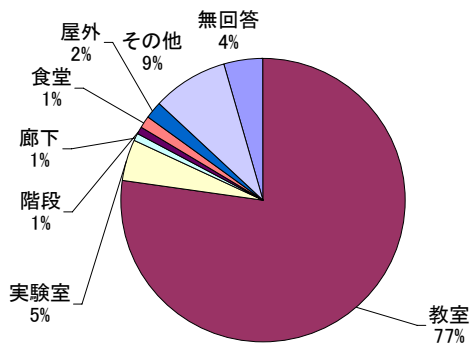


図-5 放送が流れたときにいた場所について

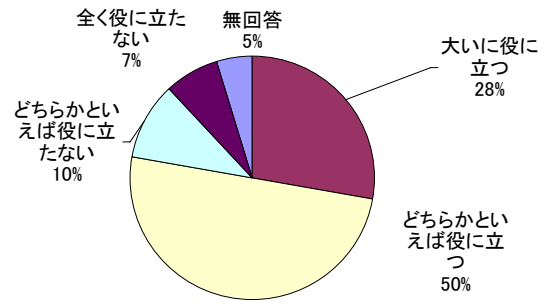


図-8 総合的に見てこのシステムは有用か?

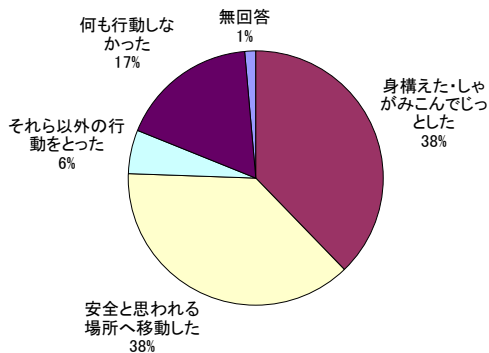


図-6 放送を聞いた際の行動について

放送を聞いた際の行動についてたずねた結果を図-6に示す。これを見ると、全体の約8割程度がなんらかの行動を起こしたが、約2割については何も行動を起こさなかったとしている。

何も行動しなかったとの回答者に対して、その理由についてたずねたものが図-7である。「放送の内容がよくわからなかったので、対応のしようがなかった」の回答が40%と多く、よく聞こえなかった様子がわかる。また、何をすべきか分からなかった参加者や、聞こえても周りが行動しないので、それに流され行動に移すことができない参加者も多かったことがわかる。学生・教職員が緊急地震速報によってどのような行動をとるべきか、普段から考えておく必要があるといえる。

総合的にみて緊急地震速報は役にたつと考えられるかどうか、たずねた質問の回答結果を図-8に示す。これを見ると全体の8割は肯定的に評価しているが、約2割については、役にたたないとする回答であった。

### 3.3 支払意志額による導入価値に関する評価

防災に関わる投資に対して、それに見合う効果を金額で評価するために、アンケート調査で支払意志額をたずねることにした。仮想的な施策に対しての有効性を考える際に、支払意志額をたずねる手法は広く用いられており、地震という仮想的事象に対応するためのシステムを評価する目的において、有効であると考えた。ここでは、「このシステムによって命が助かるかもしれない」として、震度別（震度5弱～震度7までの5段階）に0円から1500円までで年間支払ってもよいと考える金額を回答していただいた。支払意志額は当然のことながら想定される被害状況等によって変化すると考えられる。そこで、震度における被害の目安として、気象庁ホームページに公開されている図-9をアンケート用紙に記載した。



図-9 支払意志額に関する質問を補足する震度階の説明図

表-2 在学生・教職員の支払意思額の平均

	支払意思額
震度5弱	530円
震度5強	614円
震度6弱	737円
震度6強	850円
震度7	960円

それぞれの震度を想定した時の支払意思額の平均値を表-2にまとめた。想定する震度があがるほど支払意思額は増加する傾向が読み取れる。これは想定する地震により防災投資に対する支払意思が変化することを意味し、情報提供のあり方が重要であると考えられる。なお、いずれの震度でも“0円”すなわち、1円も支払いたくないとする回答者も2割程度見られた。しかし、前述の総合評価と支払意思額との間に相関は見られず、支払意思額が0円であってもシステムには肯定的な意見を、逆に支払意思額は高いがシステムへは懐疑的な意見もあった。したがって、必ずしも緊急地震速報への評価が、支払意思額に直接反映しているとは簡単にはいえず、地震に関わるさまざまなイメージが複合しての結果であると解釈するべきであろう。

支払意思額とシステムの設置・運用の費用の差から、システム導入の是非について検討する。費用として、野外スピーカー、アンプなどの増設費用の概算である工費700万円、アンケートの支払意思額の平均額に在学生数を乗じた515.40万円、維持管理費用として、情報受信料(年間)96.24万円、社会的割引率を年3%、システムの運用年数を5年として支払意思額(WTP:willingness to pay)とコスト(COST)の差(以下、WTP-COST)を計算した。なお、地震動を解析するサーバーの設置料等は、他のシステムと共用であることから、含んでいない。

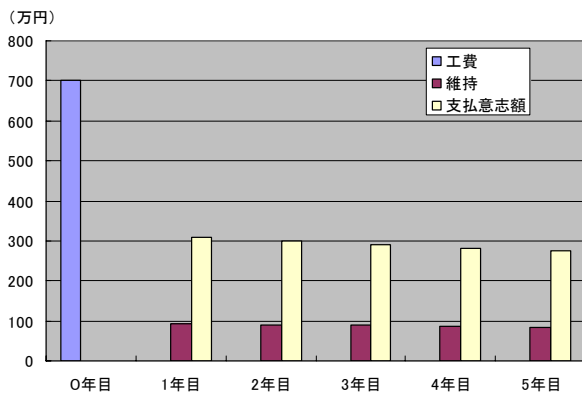


図-10 支払意思額と工費、維持管理費の試算

震度5弱を想定した場合の計算結果を図-10に示す。これを見ると、最初の年に700万円投資して、その後は維持費を大きく上回る支払意思額が生じ続ける。5年間で、費用を超える支払意思額が合計約316万円あり、導入は支持されるものと考えられる。

他の震度を想定した場合も含めた結果を表-3にまとめる。これを見ると、震度5弱を想定した場合で315.60

万円、震度7において1497.16万円となった。すなわち、震度5弱と震度7の想定では、(WTP-COST)の値が約5倍程度となる。

このように、震度が大きい地震が想定されるほど、こういったシステムへの支払意思額は大きくなる。一方で、地震発生年の超過確率を考えると、震度5弱の生起確率は、震度7の生起確率の1/5とはならないものと考えられる。すなわち、緊急地震速報に対する支払意思額と年超過確率は線形の関係になく、震度階のイメージによって複雑に変化していることが推測される。今後、愛知工業大学における地震に対するリスク(断層や予想震度、建物の耐震性など)を具体的かつ定量的に提示した上で、支払意思額の調査を行ってシステムの有用性に関する意識調査を行うことが必要と考えられる。

表-3 支払意思額とコストとの関係

	5年間の(WTP-COST)(万円)	WTP>COSTとなる年数
震度5弱	315.60	3年目から
震度5強	546.41	3年目から
震度6弱	884.40	2年目から
震度6強	1194.9	2年目から
震度7	1497.16	2年目から

### 3.4 校舎建設現場でのアンケート調査

避難訓練には、敷地内で校舎建設工事にあたっていた関係者も参加した。警報発令時の現場内人数は60名、アンケートの回収数60部、回収率100%である。

事前に避難訓練があることを現場事務所に説明し、警報が聞こえたら作業の状況にあわせた何らかのアクションを起こすよう依頼した。

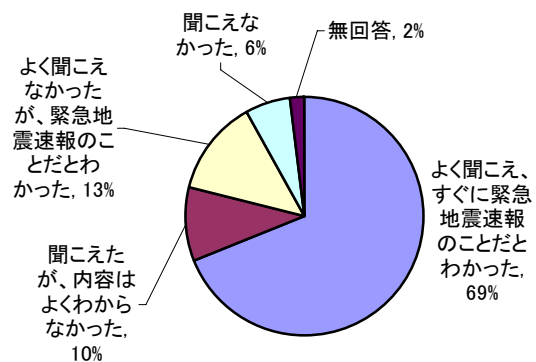


図-11 校舎建設現場における放送の聞こえ方について

放送の聞こえ方についてたずねた結果を図-11に示す。約7割のかたがよく聞こえ、緊急地震速報のことだとわかったと回答されているが、約3割の方は、よく聞こえなかったり内容がわからなかったと回答している。工期としては内装や配管工事を行う段階であったが、屋外で作業

されている方もあり、教室等にいた学生の結果よりも、よく聞こえたようである。多くの方が何らかのアクションを起こすことができたとし、具体的には、「足場から降りて窓から離れた」「広い場所へ移動した」などの記述が多くあった。建設現場導入への有効性について尋ねたところ、「大いに役に立つ」60%「どちらかといえば役に立つ」32%と回答され、おおむね肯定的に受け入れられたものと考えられる。

#### 4. 考察

##### 1) システム導入から実施計画まで

緊急地震速報は、2004年より試験運用が開始されたシステムであり、導入までにはいくつかの検討事項があった。まず、今回の取り組み自体が、リアルタイム地震情報そのものの研究をおこなう文部科学省からの予算措置があって、はじめて成立したものである。また気象庁の「試験配信」という位置づけもあって、教職員や学生に対する講習も粘り強く行う必要があった。すなわち、現実問題として、多くの予算とマンパワーを要することが問題と考えられる。今後、より安価なシステムの構築と、社会全体の本システムに対する習熟度の向上があれば、大学キャンパスにおける利活用も進むであろう。

##### 2) 学内の意志決定と訓練実施について

実施の意志決定は学長の裁決により速やかに行われたことから、日程調整、実施のための段取り等は混乱なく進められた。また、地域防災研究センター長を長とした緊急事態対策会議を、のべ24回行い、課長クラスの事務職員を交えて議論を深めたのも、円滑に実施できた要因であるといえる。こうした学内の意志統一を進めていくのも重要な課題といえる。

##### 3) 対策と今後の展開

本アンケートの結果を受けて、2007年4月に新入生・在校生ガイダンスにおいて、緊急地震速報の仕組み、避難経路等を改めて説明した。また、4月の人事異動後の緊急事態対策会議において、2007年度における計画が示された。具体的には、避難訓練を2007年度も実施すること、それに先だって屋内放送設備の増強を図ること、実験室等の特殊な状況における緊急地震速報の有効活用方法について考えること等が検討されている。特に、サイレンが聞こえないのは大きな問題であり、設備改良と効果の確認を着実にやりたいと考えている。

#### 5. まとめと今後の課題

以上の通り、大学キャンパスにおいて、緊急地震速報を用いたシステムを導入するとともに、避難訓練を実施して、その有用性について考察した。概ね肯定的に受け入れられた一方で情報伝達に課題が残った。また、当該地域・施設の地震に対するリスクを十分に周知することが、システム

普及の過程で重要と考えられた。

今後の課題としては、緊急地震速報は新しい防災システムにおける「教材」としての役割も果たすものと考えられ、教育効果に関する評価についても考えて行かなくてはならない。

本学では留学生の数が極めて少ないため、日本語のわからない方や地震のない地域出身者に対する検討は行っていないが、大学によっては多言語による情報伝達のあり方についても検討する必要があるだろう。

なお、当然のことながら、緊急地震速報により退避行動を起こしても、建物の倒壊等があれば大きな人的・物的被害は発生する。緊急地震速報は多くの防災対策の中の一つとして、有効となる条件や役割を明確にし、防災計画の中に位置づけるべきものであり、この点についても議論を深める必要がある。

謝辞：本稿をまとめるにあたって、避難訓練実施に協力いただいた愛知工業大学の教職員・学生、清水建設株式会社の関係各位に、この場を借りて御礼申し上げます。

補足：「緊急地震速報と避難マップ」は以下のサイトで公開している。<http://202.124.209.222/namazu/namazu.pdf>

#### 参考文献

- 1) 源栄正人, 藤縄幸雄, 山口耕作, 佐竹昭弘, 草野直幹, 宮村正光, 岩崎智哉; 緊急地震速報を活用した避難・防災教育支援システム, 土木学会リアルタイム災害情報検知とその利用に関するシンポジウム論文集, PP. 117-120, 2004.
- 2) 愛知工業大学地域防災研究センター; 愛知工業大学地域防災研究センター年次報告書, 2004.
- 3) 丸山喜久, 山崎文雄; 高速道路運転者への地震動早期警報提供に向けた基礎検討, 土木学会リアルタイム災害情報検知とその利用に関するシンポジウム論文集, PP. 25-30, 2004.
- 4) 高山丈司, 小路泰広, 日下部毅明; 建設現場における緊急地震速報の活用, 第24回建設マネジメント問題に関する研究発表・討論会講演集, pp. 29-32, 1999.
- 5) 小池則満, 田代直人, 内藤克己, 高橋郁夫, 正木和明; リアルタイム地震情報による建設現場の地震災害リスク低減可能性に関する研究, 建設マネジメント研究論文集 vol. 13, pp. 135-144, 2006.
- 6) 木村玲欧, 林能成, 鈴木康弘, 飛田潤; 名古屋大学における防災訓練の実施と継続的な防災教育の試み, 安全問題研究論文集, Vol. 1, PP49-54, 2006.
- 7) 小川宏樹, 黒崎ひとみ, 井若和久, 田邊晋, 大谷寛, 中野晋, 上月康則, 村上仁史; 地震・津波災害時に大学の事業継続を担保する防災教育の提案, 安全問題研究論文集, Vol. 1, PP55-60, 2006.
- 8) 橋本佳代子, 大町達夫, 井上修作; 学校震災のフェーズ0における緊急対応戦略, 安全問題研究論文集, Vol. 1, PP7-12, 2006.

(2007年8月17日受付)