

緊急地震速報は本当に住民の退避行動を促進するか？

－ 起震車を用いて東海地震を想定した検証実験－

村越 真¹・小山 真人¹・石原 寛子²・鈴木 吉彦³・岩崎 大輔³・岩田 孝仁⁴

¹静岡大学教育学部

(〒422-8529 静岡市駿河区大谷 836)

²NPO 法人 M-nop

(〒424-0902 静岡市清水区折戸 1-20-11)

合同宿舍三保第1住宅 11-31)

³静岡放送 (株)

(〒422-8680 静岡市駿河区登呂 3-1-1)

⁴静岡県防災局

(〒420-8601 静岡市葵区追手町 9-6)

和文要約

起震車を用い、東海地震を想定した緊急地震速報の効果の検証実験をおこなった。被験者は静岡大学教育学部1～4年生の男女58名であり、地震体験の実験をするという情報だけを事前に伝えた。緊急地震速報そのものの効果と、知識の有無が退避行動にどう影響するかを区別して調べるため、緊急地震速報の提示の有無と、退避行動と緊急地震速報についての事前教示の有無の条件を組み合わせた。従って被験者は、速報有・教示有群、速報有・教示無群、速報無・教示有群、速報無・教示無群の4群に、実験前に測定された特性不安得点と男女比がほぼ同等になるように割り当てられた。起震車の設定震度は7、緊急地震速報の提示から地震発生までの時間は9秒である。ビデオに記録された被験者の退避行動の優劣について5段階で評定した上で、条件差についての統計的検定を行った結果、緊急地震速報は退避行動を促進する効果があると認められた。しかしながら、その効果の一部は退避行動についての既得知識と実験前の教示によるものと考えられ、緊急地震速報が十分な効果を発揮するためには適切な防災教育とのセットでの普及が必須であると結論できる。

キーワード：緊急地震速報、起震車、東海地震、検証実験、退避行動

1 はじめに

ここ数年、気象庁は東海地震に関する情報、火山活動度レベル、噴火警報、噴火警戒レベルなどの、さまざまな防災情報の提供を計画あるいは実施してきたが、それらの情報に使用される用語や情報の呼称自体に不適切なものがあることが指摘され(小山、2005；小山ら、2007)、運用方法に関する問題点も指摘されている(岡田、2005)。

緊急地震速報(緊急地震速報の本運用開始に係る検討会、2007；斎藤、2007a、b；目黒・藤縄、2007；福和・新井、2007など)も気象庁が積極的に導入を図ってきた防災情報であり、2004年2月から試験運用が開始され、2006年8月には活用を希望する機関・団体向けの先行的提供が始められた。そして、2007年10月からは、マスメディア等を通じた一般市民への提供が開始されている。

緊急地震速報の技術的な問題点に関しては気象庁が綿密に検討しており(緊急地震速報の本運用開始に係る検討会、2007など)、公共交通機関やライフライン企業、工事現場、工場、病院等への提供による減災効果は十分に期待できると考えられている(目黒・藤縄、2007)。また、マスメディアを通じた情報提供のあり方についても検討されている

(谷原、2007；中村ほか、2007)。

しかしながら、緊急地震速報が本当に一般住民の退避行動・防災行動に有効かどうかについての検証は、限定的な例(目黒・藤縄、2007など)を除けば、十分とは言えない状況にある。気象庁は2006年11月から宮崎県清武町などの4地域に限定して一般住民への情報提供を試行する「モデル実験」を実施してきたが、実際に起きる数少ない有感地震を待つ体験・感想を述べさせるアンケート調査を施しているだけであり、客観的な比較・検証にはほど遠いと言わざるをえない。

そもそも一般市民が退避行動を必要とするような大きな地震の場合、震源域が近く、速報から実際に揺れ始めるまでの時間が10秒程度あるいはそれ以下というケースが少ないと想定される。また、緊急地震速報を自らの業務の減災対策に活用する機関・団体とは異なり、一般市民の場合は減災対応についての十分な知識や経験のない状態で速報の提供を受けることになる。実際に、緊急地震速報の認知度や意味・限界についての一般市民の理解が不十分という指摘もなされている(緊急地震速報の本運用開始に係る検討会、2007)。緊急地震速報の意味を正しく理解し、適切

な退避行動についての知識があつてこそ、緊急地震速報が有効であると思われる。しかし、現時点で、そうした知識が緊急地震速報の有効性にどう影響するかを厳密に検証した研究はほとんどない。

そこで、本研究は、緊急地震速報が一般市民の退避行動に有効であるかどうか、また事前に得ていた知識がそれをどう媒介するかを検証することを目的とした。具体的には、起震車を使って静岡市とその周辺に住む大学生に震度7相当という東海地震を想定した地震を経験させ、その際に緊急地震速報によって地震を予告する条件と予告しない条件、および緊急地震速報の意味と退避行動について事前教示する／しないの条件を組み合わせた4群の退避行動を評定・比較することで、それらの効果を検討した。

2 方法

(1) 日時・場所・被験者

実験の日時は2007年7月10～12日の9～17時、実験場所は静岡大学静岡キャンパス（教育学部）の構内、被験者は静岡大学教育学部の1～4年生の男女58名である。

起震車のカムフラージュが困難なことから、地震体験の実験をすることだけを事前に伝えていた。緊急地震速報の効果を検討するため、地震発生前にモニター画面に緊急地震速報を提示する条件と提示しない条件を設定した。また、緊急地震速報ならびに地震時の退避行動についての知識の有無が退避行動にどう影響するかを検討するため、これらについて事前教示する条件としない条件を設定した。

そして、両条件を組み合わせ、速報有・教示有群、速報有・教示無群、速報無・教示有群、速報無・教示無群の4群を設定した。これら4群への個々の被験者の割り当ては、個人差や性差の影響を最小限とするために、事前に質問紙によって測定された特性不安得点（STAI 日本語版：清水・今榮、1981）の平均値と男女比がほぼ同等になるように行った。

(2) 材料・使用機材

起震車は、静岡県東部地域防災局が所有する京都科学（株）製の上下動も再現できるタイプを使用した。起震車での震度は、静岡市平野部での最悪の東海地震被災を想定した震度7（実際に静岡大学キャンパス付近の想定震度は6強～7である）、緊急地震速報から地震発生までの時間は、御前崎沖を震央と仮定して緊急地震速報の発信から静岡市平野部に地震波の主要動が伝わるまでの時間を想定した9秒間とした。なお、東海地震の震央が御前崎沖になる保証はないため、現実の猶予時間は上記の9秒よりも厳しくなる場合もありえる。

起震車内には、段ボール箱に化粧紙を貼って戸棚を模した家具2個と机1個、座布団1枚とヘルメット1個を配置した（図1）。このうち家具のひとつ（棚a）は、揺れ始めてまもなく被験者の後頭部をめがけて倒れてくるように配

置された（図2）。

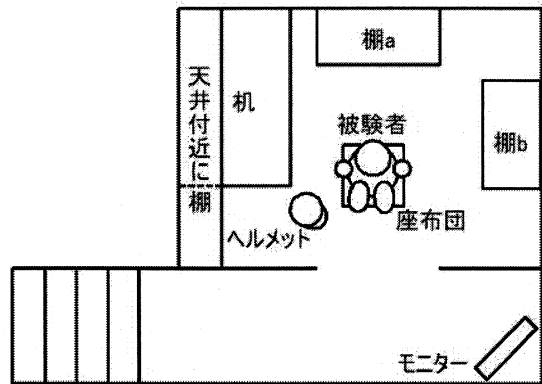


図1：起震車内の配置図

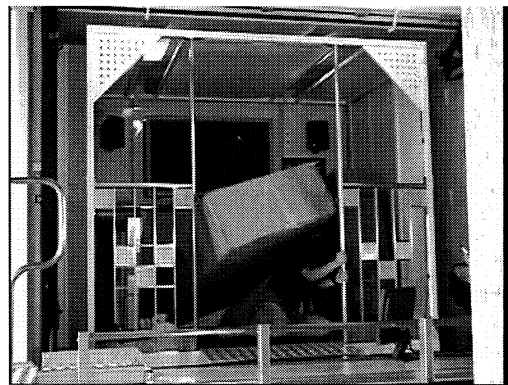


図2：起震車での実験風景

(3) 手続き

実験開始に先立って被験者をひとりずつ控室に招き、実験内容やねらい、特に起震車で相当の揺れの地震を体験するがケガ等の心配はないこと、しかし実際に地震が起こったつもりで行動してほしいことを口頭で伝え、実験参加の意志を確認した。この時点で、実験参加を取りやめた被験者はいなかった。具体的な指示文は以下の通りである。

「この実験は、地震体験車に乗り、地震を体験してもらい、その時の心理状態や行動がどうなるかを確認するものです。これから移動して、体験車に乗ってもらいます。震度7にあたる相当強い揺れが体験されます。ケガ等の危険はないと思いますが、実際の地震が発生したと想定して行動してください。なお、実験中のあなたの生理状態を調べるために、脈拍を測定する器具を後ほど胸に装着してもらいます。あなたは実験参加について、この場でとりやめることもできます。実験参加を継続していただけますか？」

次に、起震車体験の有無、緊急地震速報についての知識の有無、恐怖・不安を感じる地震体験の有無を事前質問紙によって尋ねた後、緊急地震速報と退避行動に関する知識を事前教示する条件の被験者に対しては、まず

「あなたは地震が来た時にどのような行動を取ればいいか、ご存じですか？」

と質問し、その回答の有無と、回答があった場合にはその内容を記録した後、次のように教示した。

「あわてずに、まず身の安全を確保することが重要です。特に頭を保護し、丈夫な机などの下に隠れれば、安全は確保できます。この

秋から緊急地震速報という制度がスタートします。これは地震の波の特性を利用して、強い揺れが来る前に地震が来るまでの時間を知らせる仕組みです。このシステムで地震の情報を得ると、強い揺れが生じる前に、身の安全を確保することが可能になります。」

その後、全被験者に対し、状態不安 (STAI 日本語版: 清水・今栄, 1981) を質問紙によって測定し (状態不安1)、生理的な指標を取るためにポラール社製心拍数測定装置を装着してもらった。

被験者は、その後実験補助者の誘導で起震車の置かれた場所に行き、静岡放送スタッフによる簡単なTVインタビューのあと心拍数測定装置を起動し、起震車内に案内された。再び状態不安を測定した後 (状態不安2)、モニター画面に映る静岡放送作成の津波解説番組を見ながら、自由にくつろぐように指示された。この間、被験者の行動はビデオカメラによって記録された。

番組開始後約2分で地震が発生し、約25秒間続いた。速報有条件の被験者に対しては揺れが始まる9秒前から、番組を中断する形で緊急地震速報の表示画面が提示された。この画面は、御前崎沖から地震波の同心円が広がるアニメーションと、震度7の表示、揺れ始めるまでの時間 (秒) がカウントダウンされるもの (静岡放送制作) である (図3)。画面表示と同時に流れる音声 (台詞は女性の声) は以下の通りである。

「ビュイ・ビュイ・ビュイ (電子音)、緊急地震速報、震度7、強い揺れに備えてください。まもなく揺れます。揺れが収まるまで注意してください・・・揺れが収まるまで注意してください・・・揺れが収まるまで注意してください (以後くり返し)」



図3：提示された緊急地震速報の画面

地震終了後、再び状態不安を測定し (状態不安3)、事後質問紙によって「事前に受けた確認と説明は、地震が来た時の対応に有効だったか」を4段階で評価 (教示有条件のみ)、「地震が起こった時どんな退避行動をとればよいか」を自由記述 (教示無条件のみ)、「地震が起こってから考えたこと」「考えたことが実行できたかどうか」の評価を4段階で尋ね、静岡放送スタッフによる簡単なTVインタビュー

のあと実験は終了した。

(4) データ処理

被験者の退避行動について、第二著者が作成した4段階の評定基準に従い、第一、第二著者が独立に評定をしたところ、両者の一致率は76%であった。その後調整を行ったが、両者の食い違いのほとんどは第二段階と第三段階の間にあったことから、この間にもう一段階を設け、二人の著者で評価が分かれた行動を中間の段階とし、全部で5段階 (A-E) の評定基準とした (表1)。

表1 被験者の退避行動の評定基準。

評定A: 頭部を保護した上で机の下に隠れるという理想的な退避行動に成功したもの
評定B: 机の下への退避行動がほぼできたものの、頭部を守っていなかった、あるいは退避がやや遅れて家具等が一部接触するなどの軽微な被害を受けたもの
評定C: 退避行動が遅れて家具等に接触したものの、頭部を保護していた等により、最悪の事態を免れたもの
評定D: 退避行動を試みたが間に合わず、大きな被害を受けたもの
評定E: 退避行動を全く取らなかったもの

退避行動の評定値は順序尺度であり、等間隔性が保証されていないので、その場合でも有効なノンパラメトリック検定である、クラスカル・ウォリスの検定およびマン・ホイットニの検定を行った。また、性差、および事前に教示した知識等が退避行動の評定に与えた影響を、やはりノンパラメトリック検定によって検討した。なお、心拍数については、途中測定値に異常の出た被験者が相当数いたため、検討の対象としなかった。

3 結果

(1) 被験者属性の行動評定への影響

a) 被験者の体験・知識の等質性

事前質問紙によって尋ねた起震車体験・緊急地震速報についての知識・地震体験の有無の3項目について、実験条件の異なる4群間の等質性を検討したところ、起震車体験者が速報有・教示有群と速報無・教示有群でやや多い印象であったが、いずれの属性とも χ^2 検定の結果は10%水準を越えており、群間に有意な偏りはなかった。

b) 性別の影響

男女間で行動評定を比較した結果、有意な差はなかった (マン・ホイットニの検定) (表2)。

表2 被験者の性別と行動評定の関係

評定	A	B	C	D	E	合計
女性	1	8	4	8	14	35
男性	1	2	2	7	11	23
合計	2	10	6	15	25	58

c) 状態不安の変化

3時点で測定した状態不安(状態不安1~3)について、時点を被験者内要因、群を被験者間要因とした2要因の分散分析を行ったところ、群間の要因の主効果は見られなかった($F(3, 54) < 1$)。

なお、時点間の主効果は見られた($F(2, 53) = 31.12$)。bonferroniの方法による多重比較の結果、状態不安2および3が状態不安1よりも0.1%水準で有意に高かった。これは起震車を目前にして不安が高まったためと思われる。

(2) 速報と教示が退避行動に与える影響

表3に上記4群に分類された被験者の人数を、行動評定別に示す。

表3 4つの実験群と、行動評定別の被験者人数

群	行動評定					合計
	A	B	C	D	E	
速報有・教示有	1	5	2	3	4	15
速報有・教示無	1	4	0	5	5	15
速報無・教示有	0	1	3	3	8	15
速報無・教示無	0	0	1	4	8	13
合計	2	10	6	15	25	58

4群に対するクラスカル・ウォリスの検定の結果、4群間の行動評定に有意な差($\chi^2 = 7.98, df = 3, p < 0.043$)が見られた。多重比較の結果、速報有・教示有群と速報無・教示無群の間に10%水準で有意な傾向が見られた($U = 46, p < 0.013$ 、有意水準0.1に対するライオン法による名義水準は0.016)が、他のいずれの群間にも有意差は見られなかった。さらに速報有無の条件間、教示有無の条件間のそれぞれに対してマン・ホイットニの検定を行った結果、速報有・教示有群と速報無・教示無群の間のみ有意な差が見られた($U = 258.5, p = 0.007$)。

(3) 既得していた知識と退避行動

教示有条件では、事前に被験者の退避行動に対する知識を尋ねた。速報の有無によって分けて、適切な退避行動を回答した被験者とそうでない被験者を比較する(表4)と、速報無条件では事前に適切な退避行動を回答した被験者の方が、実際におこなった退避行動の評定が高い傾向にあった($U = 7.5, p < 0.05$)。なお、速報有条件では、回答の無かった者の数が2名と少ないため、評定の高低は判定不能である。

一方、教示無条件では、事後に退避行動についての知識を尋ねた。教示有条件と同様に速報の有無によって分けて、適切な退避行動を回答した被験者とそうでない被験者を比較したが、こちらは退避行動の評定には速報の有無を問わず有意差はなかった(表5)。

表4 退避行動についての被験者の事前回答と、実際の行動評定との関係

群	退避行動回答	行動評定					合計
		A	B	C	D	E	
速報有・教示有	回答無	0	0	0	1	1	2
	回答有	1	5	2	2	3	13
速報無・教示有	回答無		0	0	0	5	5
	回答有		1	3	3	3	10

表5 退避行動についての被験者の事後回答と、実際の行動評定との関係

群	退避行動回答	行動評定					合計
		A	B	C	D	E	
速報有・教示無	回答無	0	2		0	3	5
	回答有	1	1		5	2	9
速報無・教示無	回答無			0	1	1	2
	回答有			1	3	4	8

(4) 行動評定と「実行できたか」

思うような退避行動が実行できたかについての自己評定と実際の行動評定の間には関連が見られ、行動評定の高い者は退避行動が実行できたと答える傾向にあった。両者の相関係数は $r = 0.56(p < 0.001)$ であった。しかし、中には行動評定がEであるにも関わらず、退避行動が実行できたと答える者もいた。

(5) 事前説明の有効性評価と行動評定

事前に緊急地震速報や退避行動の知識について教示した2群(速報有・教示有群と速報無・教示有群)に対して、教示が有効だったかどうかを尋ねた結果については、速報有群では非常に有効という回答が4名、やや有効が9名、あまり有効でないが0名、全く有効でないが2名であった。一方、速報無群では、同じく1名、8名、5名、1名であった。

4 考察

(1) 緊急地震速報の有効性

速報有条件では、概ね退避行動に成功したと考えられる評定A・Bの被験者は計11名、重大な被害を受けたと考えられる評定D・Eの被験者は17名であったが、速報無条件ではそれぞれ1名と23名であり(表3)、この違いは統計的にも有意であった。行動観察の結果からも、速報有条件のみに、地震が始まる前に余裕を持って頭部を守り机の下に退避できた被験者がいた。このことから、緊急地震速報は退避行動を促進し、被害を低減させる効果があると考えられる。

その一方で、緊急地震速報を得た30名の被験者のうち、半数以上にあたる17名が重大な被害を受けた点も考慮する必要がある。特に、速報と教示の両方を受けた群におい

ても、DまたはEの評定を受けた被験者が7名と約半数にのぼっている。これは、起震車を使った仮想の地震であったことも影響していると思われるが、実際の地震が起こったつもりで行動してほしい旨の教示はしているので、概ね実際の地震時の行動を再現していると思われる。一般市民の危険回避のために有効な緊急地震速報の活用法について、さらなる検討と改善が必要であろう。

(2) 緊急地震速報や退避行動についての知識の有効性

緊急地震速報と退避行動についての知識教示を受けた教示有条件の者については、退避行動の評定において教示無条件の者と有意な差がなかった。しかし、4群間の下位検定の結果からは、速報有・教示有群と速報無・教示無群の間でのみ有意な傾向が見られた。また、速報無・教示有群において、退避に関する既得知識の有無によって、行動評定に有意な差が見られた。さらに、該当する被験者数が少なかったために有意ではなかったものの、速報有・教示有群においても、地震への退避行動を自分から回答できている被験者は約半数がほとんど被害を受けずに退避行動ができていたのに対して、退避行動を回答できなかった被験者は2人とも退避行動がうまくできず被害を受けた。また、事後質問紙による被験者自身の評価においても、16% (5名) が事前教示は非常に有効、57% (17名) がやや有効と答えている。これらのことは、緊急地震速報の意味や適切な退避行動に関する知識が、退避行動を効果的にする上で良い影響を与えていることを示唆するものである。

一方、退避行動についての既得知識に関して興味深いのは、教示有条件と教示無条件の対比である。いずれの条件においても70~77%程度の被験者が適切な退避行動を答えている。しかし、教示無条件においては、既得知識による行動評定に差が見られなかったのに対し、教示有条件では、速報無・教示有群内の行動評定に既得知識による有意な差が見られた。

これらのことから、3分の2を越える被験者が地震時の退避行動についての知識を持っているものの、単にそれだけではその知識が有効に活用されず、実験直前の教示によってそれが活性化され、退避行動に影響したと推測される。

5 結論と示唆

以上の実験結果から、一般市民向けに発信される緊急地震速報は、激しい揺れまでの猶予時間が9秒程度と比較的短い場合でも、被害を軽減させる上で有効と結論づけられる。ただし、退避行動に関する適切な知識を持っていることが、緊急地震速報による減災の有効性に一定の役割を果たすと思われる。

その一方で、緊急地震速報を与えられ、また事前に知識教示を受けた者でも、約半数が適切な退避行動が行えず、重大な被害を受けている。こうした被験者が適切な退避行動が行えるようになるために、どのような啓発あるいは教

育が必要であるかは、緊急地震速報をより効果的に活用する上で今後十分に検討されるべき課題であろう。退避行動に関して同じ知識を事前にもっていても、それと同等の知識が地震直前に与えられた場合には、退避行動がより適切になることが示唆された。この結果から言えば、緊急地震速報を有効に活用するためには、退避に関する知識を常にリフレッシュしていくことが重要だと思われる。

謝辞

起震車の運用にあたっては、中谷 慶さん、池田正樹さんを始めとする静岡県防災局、静岡県東部地域防災局の方々に大変お世話になりました。吉川肇子さんには実験計画に関するコメントを頂きました。斎藤 誠さんには緊急地震速報システムの細部についてコメントを頂きました。匿名査読者3人には本論の改善に役立つコメントを頂きました。ここに記して感謝いたします。

文献

- 福和伸夫・新井伸夫 (2007) 緊急地震速報の本運用に当たって。予防時報, No.231, 21-27.
- 緊急地震速報の本運用開始に係る検討会 (2007) 「緊急地震速報の本運用開始に係る検討会」最終報告, 気象庁, 149 p.
- 小山真人 (2005) 火山に関する知識・情報の伝達と普及・減災の視点でみた現状と課題。火山, 50, S289-S317.
- 小山真人・柴田ふみ・谷村麻由子・吉川肇子 (2007) イメージ調査にもとづく防災用語選定の試みとくに噴火現象・火山情報・東海地震情報・避難に関する情報の呼称について, 日本地球惑星科学連合 2007 年大会予稿集, V238-006.
- 目黒公郎・藤縄幸雄 (2007) 緊急地震速報-揺れる前にできること-, 東京法令出版, 277 p.
- 中村 功・中森広道・関谷直也・森 康俊・田村和人・森岡千穂・地引泰人 (2007) 緊急地震速報の各種伝達ボタンに対する一般利用者の評価-メディア利用実験および映像視聴実験の結果から-, 災害情報, No.5, 40-45.
- 岡田 弘 (2005) 火山活動のレベル化情報およびシナリオ型対策に関する一考察。地球惑星関連学会 2005 年合同大会予稿集, V056-013.
- 斎藤 誠 (2007a) 緊急地震速報の本運用に向けて, 災害情報, No.5, 31-33.
- 斎藤 誠 (2007b) 緊急地震速報の提供に向けて, 地震ジャーナル, No.43, 1-10.
- 清水秀美・今栄国晴 (1981) STATE-TRAIT ANXIETY INVENTORY の日本語版 (大学生用) の作成。教育心理学研究, 29, 62-67.
- 谷原和憲 (2007) 「防災情報」としての緊急地震速報をどう伝えるか?—テレビ報道 これまでの検討経緯—。災害情報, No.5, 34-39.

(投稿受理 2007. 9. 30 訂正稿受理 2008. 2. 12)

Does the Early Earthquake Warning Promote Self-Defense Actions of Residents? Experiment Assuming the Tokai Earthquake Using an Earthquake Experience Vehicle

Shin MURAKOSHI¹, Masato KOYAMA¹, Hiroko ISHIHARA², Yoshihiko SUZUKI³,
Daisuke IWASAKI³, and Takayoshi IWATA⁴

¹Shizuoka University, Faculty of Education
(836 Oya, Suruga-ku, Shizuoka 422-8529, Japan)

²NPO M-nop
(Miho Daiichi Jutaku 11-31, 1-20-11 Orido, Shimizu-ku, Shizuoka 424-0902, Japan)

³Shizuoka Broadcasting System, Inc.
(3-1-1 Toro, Suruga-ku, Shizuoka 422-8680, Japan)

⁴Disaster Prevention Bureau, Shizuoka Prefecture
(9-6 Otemachi, Aoi-ku, Shizuoka 420-8601, Japan)

ABSTRACT

A psychological experiment was made to verify the effectiveness of the Early Earthquake Warning (EEW) by the Japan Meteorological Agency (JMA). Fifty-eight students were subjected to this experiment and experienced an artificial earthquake, which was made by an earthquake experience vehicle (EV). Since this experiment assumes the situation in Shizuoka City under the Tokai Earthquake, which is an interplate earthquake and is thought to occur in near future beneath the city, the seismic intensity on the EV is set to be 7 in the JMA scale and a lead time between the EEW alarm and the beginning of the earthquake shaking is set to be 9 seconds. To discriminate the effect of EEW and that of the knowledge about EEW and self-defense actions, the 58 students were pre-divided into 4 groups: (1) a group given an EEW alarm and pre-lecture about EEW and self-defense actions, (2) a group given an EEW alarm but no pre-lecture, (3) a group given no EEW alarm but the pre-lecture, and (4) a group given no EEW alarm and no pre-lecture. Quality of self-defense actions of each student during the earthquake was observed and evaluated. Statistical tests reveal that EEW is significantly effective and also that the suitable self-defense actions after the EEW alarm are probably promoted by refreshing the knowledge about the actions.

Keywords: *Early Earthquake Warning, Tokai Earthquake, earthquake experience vehicle, psychological experiment, self-defense action*