

地域防災力向上を目的とした住民運動推進のための耐震・防災教育教材の開発と実践

名古屋大学大学院環境学研究科 都市環境学専攻
 博士課程前期課程2年 福和研究室 鶴田 庸介

1. 研究の背景と目的

今世紀前半に甚大な地震被害が予想されている。被害の最大の原因は建物の損壊にあるため、既存不適格建物の耐震化の速やかなる実行が必要である。そのための有効な手法を抽出した岩田らの研究結果によると、耐震改修を推進するには耐震診断が第一歩であること、また図1に示すように耐震診断を推進するためには意識啓発活動で住民の耐震化に対する意識向上を図り、その上で回覧板等を用いて耐震診断の働きかけを住民に直接行うことが有効であるという知見が得られた。これらを踏まえ、筆者らは今までに数多くの振動実験教材やビデオ教材の開発し、それを活用した防災意識啓発活動を行ってきた。最近では、様々な団体でこうした取り組みが行われており、防災活動の国民運動につながりは始めている。また図2を見ると、地震に対して建物に不安であるが対策をしない人が減り、自分の家は大丈夫だと思う人が増えてきている様子が見られる。これは耐震・防災知識の普及の表れである。その一方で耐震診断・補強を行う人は微増しているが十分とは言えず、建物に不安があるにもかかわらず特に対策を行っていない人の割合が59%にもものぼる。地震に対して住民が自発的に行うべき対策を浸透させ、対策をさらに促進させねばならない。

こうした現状を踏まえ、今までに開発した教材の長所を生かしつつ、さらに様々な現象をイメージする能力を高めるための防災教育コンテンツの開発を行った。本論では、振動教材開発の目的や仕組みの説明、それらを用いた防災意識啓発活動への取り組み、開発した教材の利用実態に関してまとめた後、これらの活動で得た知見を基に、筆者が新たに開発した教材とその開発手法について述べる。

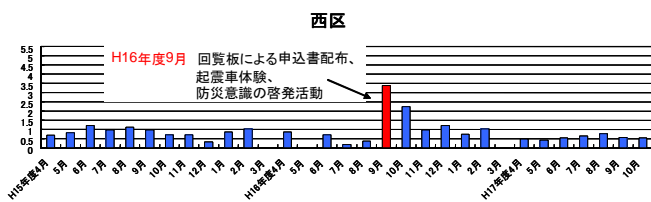


図1 名古屋市における区毎の耐震診断実施状況と特異月の啓発内容

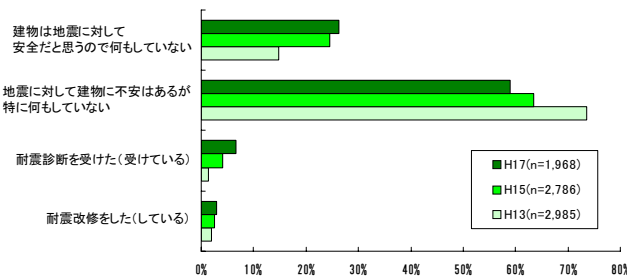


図2 愛知県民の住まいの地震対策

2. 地震防災意識とその教育に関する現状分析

中央防災会議において「災害被害を軽減する国民運動の推進に関する基本方針」が策定され、自助、共助、公助の取り組みによる継続的な国民運動を進めるための基本的な視点が示された。ここでは正しい防災知識を魅力的な形でわかりやすく提供することが1つの柱として掲げられ、防災教育の充実に重きが置かれている。

図3は中日新聞の記事のうちキーワード「防災教育」を含む記事数の変遷を示している。中京圏で防災教育に注目が高まりだしたのは2002年以降であるが、そのきっかけは図中に示したとおり、東海地震の防災対策強化地域が中京圏まで拡大されたことである。2006年は目立った地震がなかったため記事数は減少したが、それでもなお防災教育への関心は高い水準を保っている。

図4は愛知県内の全ての県立高等学校に対して実施された地震防災教育に関する調査結果である。これを見ると、高等学校の理科の授業で防災教育を行う場合、「指導用の基礎資料」や「書き込み用ワークシート」等、教師にとって手馴れた手法の教材のリクエストも多いが、「VTR・DVD」による映像教材へのリクエストが最も多く、また、「簡単な生徒実験道具」も数多く求められていることがわかった。

以上より、国家的に防災教育への関心が高まっていること、また様々な媒体からイメージや感覚に訴えることのできる魅力的な防災教育教材が必要とされていることが明らかになった。

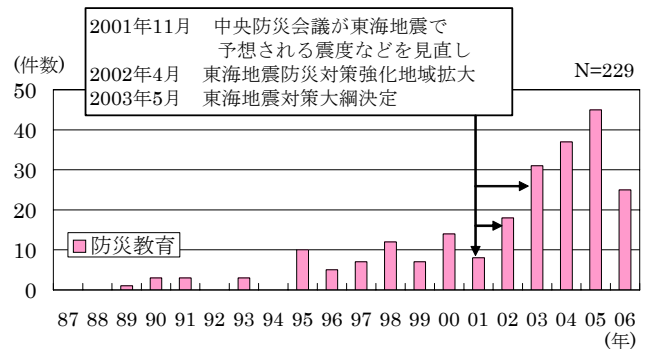
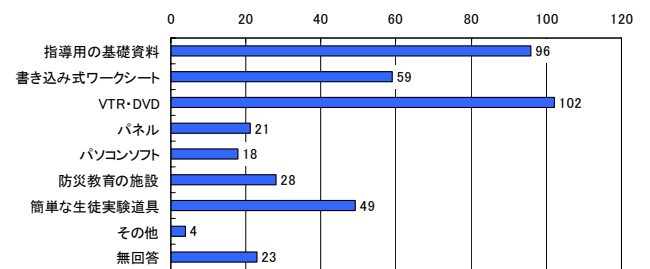


図3 キーワード「防災教育」を含む中日新聞記事数の変遷



表中の数字は有効回答数。

図4 高校の理科の授業で地震防災教育を行う際に必要な教材

3. 誰もが体感できる耐震・防災教育教材の開発と実践

2000年に携帯型の簡易振動台「手回しぶるる」が開発され、それ以降も啓発の様々なニーズに対応するため、用途別に多くの教材が開発されてきた。これらの教材は大掛かりなものや高価なものが多いため、多人数に対し同時に啓発を行う場合、講義のように実験を見せることで現象を理解させるといった方法が一般的であった。それに対し参加者一人一人が教材を利用することで、楽しみながら学ぶことはできないかと考え、図5に示す紙ぶるるや図6に示す震災シミュレーションゲームを開発した。そして開発した教材を組み合わせ「遊んで知っ得」をテーマに様々な防災セミナーを行い、教材を利用した啓発モデルを示してきた(図7)。その活動は幅広く、防災に関わる学生ネットワークと共にイベントや、教材を使ってグループワークを行いながら進める講演会等が挙げられる。こうした活動を行うたびに教材の改良を繰り返すことで、教材としての完成度を高めた。

また、こうした教材を活用し耐震防災教育を行う様々な団体を支援するために、各種ぶるるについてまとめたWebページを作成した。ここでは各種ぶるるの説明や提供、動画による具体的実験方法の紹介、e-learning教材の公開を行っている。このWebページを通して、教材利用に関する問い合わせや啓発活動依頼等も来ており、研究成果の普及に大きく貢献している。

利用実態を把握するために、教材をダウンロードする際にアンケートに答えてもらう仕組みを構築した。図8は紙ぶるるを入手した人の所属団体と、何人に対して利用するかについての関係を示している。これによると教育機関やボランティア団体では、利用対象人数が11~30人の場合が多い。これらの団体では、参加者一人一人が紙ぶるるを組み立て、実験を通して耐震教育を行う防災セミナーや授業を行ったという報告が多い。また、自治体・公共団体では501人以上の大規模イベントに使われる機会が目立つ。こうしたイベントでは接客ブースに紙ぶるるの製作体験コーナーが設けられ、来場者が模型を製作し、それを使い実験して啓発が行われている。月別ダウンロード数を示した図9を見ると、以前に比べメディア等の影響がなくとも多

くのダウンロード数を維持していることから、知人の紹介等で教材が広まり続けていると考えられる。

開発した教材を用いた防災教育・意識啓発活動を繰り返し、地域防災活動の担い手にとって実行しやすい啓発手法の普及を目指した筆者らの取り組みは、地域防災力向上を目的とした住民運動推進に大きく貢献している。

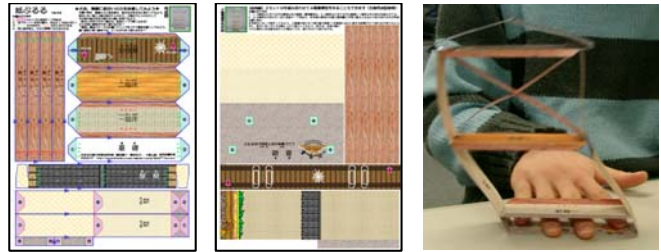


図5 紙ぶるる(左:表面、中:裏面、右:使用例)



図6 震災シミュレーションゲーム 一時避難編



図7 開発した教材を用いた啓発活動例(左:防災フェア2006、右:愛知万博)

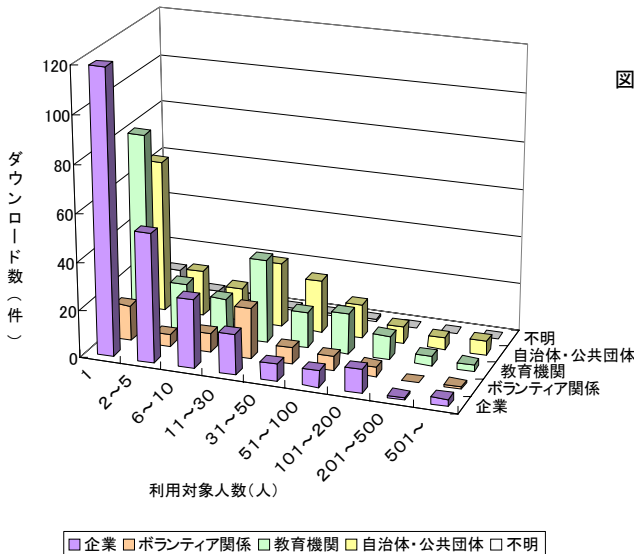


図8 紙ぶるるの利用団体と利用規模の関係

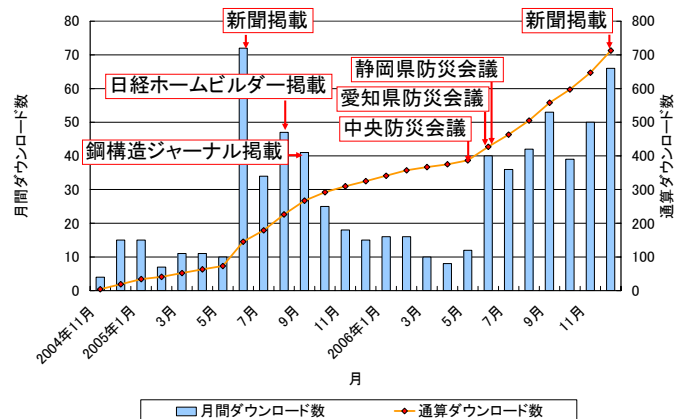


図9 紙ぶるるの月別ダウンロード数の変遷

4. Web 上で可能な地震応答シミュレーション教材開発

3 章で述べたぶるるシリーズの開発・実践を通して、動的な現象を理解するためには、簡易な教材を用いて様々な実験を繰り返し体験することが非常に効果的であるとの知見を得た。しかし実際の教育・啓発の現場では時間的、経済的な制約や安全性の問題により限られた実験しかできず、模型等の教材では再現しにくいことも多いという新たな課題も出てきた。こうした問題を解決するため、筆者はIT技術の発展により可能になった計算機シミュレーションに注目した。そして、「手軽」「安価」「楽しさ」「単純」の要素を盛り込んだ紙ぶるるの理念を継続するため、面倒な設定をしなくても実験を行える環境の実現を目指した。そこで、ブロードバンドの普及と共に近年急速に発展している新しいWeb技術を駆使し、ユーザーの手の動きに建物モデルが応答するような地震応答シミュレーション教材の製作・公開を目的とし、その実現可能性の模索に尽力した。

試行錯誤の上見つけ出した方法が、Flash (Adobe 社) 付属のスク립ト言語の ActionScript を用いた教材開発である。Flash で作られたアプリケーションは、特別なインストールをすることも無く、Web サイトにアクセスするだけでブラウザ上で実行することができる。また、ファイルサイズが小さいこと、デザインとプログラミングが同じ開発環境で行えること、マウスを用いた操作性の高い教材を容易に作成できること、ほとんどの Web ブラウザで利用可能であること等の利点も挙げられる。これらの利点を生かし、近年では ActionScript を用いてインタラクティブムービーが数多く開発されている。その中でも特に、マウスやキーボードを使った高品質の Web ゲーム等が実現され始めている点から、筆者は時刻歴の振動シミュレーターへの応用の可能性を感じ、Flash の開発環境の採用に踏み切った。

しかしながら Flash は元来アニメーションを作るための開発環境であるため、どこまで高負荷な計算が可能か未知数という不安要素があった。そこで、1 質点の構造モデルで線形応答を再現する単純な教材開発から始め、徐々に機能を拡張して複雑なモデルの実現を目指すことにした。そのため、開発に際し拡張利便性や開発の効率化が期待できる、オブジェクト指向開発手法を導入している。

作成した教材「マウスでぶるる」の対象ユーザー、変更可能変数を表 1 に示す。(1) から (5) にかけて順番に機能を追加していく形で開発を進めた。(1) から (4) までのものは、変更可能変数が多いため、その数字の意味を把握している学生や技術者を対象にしている。一方、(5) に関しては建物モデル毎に変更可能変数を固定値とし、各変数の設定機能を省くことで、広く一般の人を対象にしている。

開発にあたり、図 10 のように作成するアプリケーションのクラス図を UML 表記で製作し、製作するアプリケーションの要求分析や仕様決定を行った。その後、製作したクラス図を基にプログラムに落とし込み、図 11 に示すようなアプリケーションを構築した。こうして完成した教材のうち、(4) のアプリケーションにて可能な実験を図 12 に示す。この教材では 2 質点モデルの線形応答を通して、異なる構造の建物の振動特性の違いを比較実験することにより、構造物の剛性のバランス、重さ、高

表 1 マウスでぶるるの構成一覧

アプリケーション名	対象ユーザー	変更可能変数
(1) 1 質点系 自由振動実験	学生・技術者	初期変位、初期速度、固有周期、減衰定数
(2) 1 質点系 強制振動実験	学生・技術者	固有周期、減衰定数
(3) 2 質点系 強制振動実験	学生・技術者	1 階質量、2 階質量、1 階剛性、2 階剛性、1 次減衰、2 次減衰
(4) 2 質点系 強制振動実験 (比較実験)	学生・技術者	水平方向の変位倍率 1 階質量、2 階質量、1 階剛性、2 階剛性、1 次減衰、2 次減衰
(5) 2 質点系 強制振動実験 (比較実験) 一般向け	一般	水平方向の変位倍率

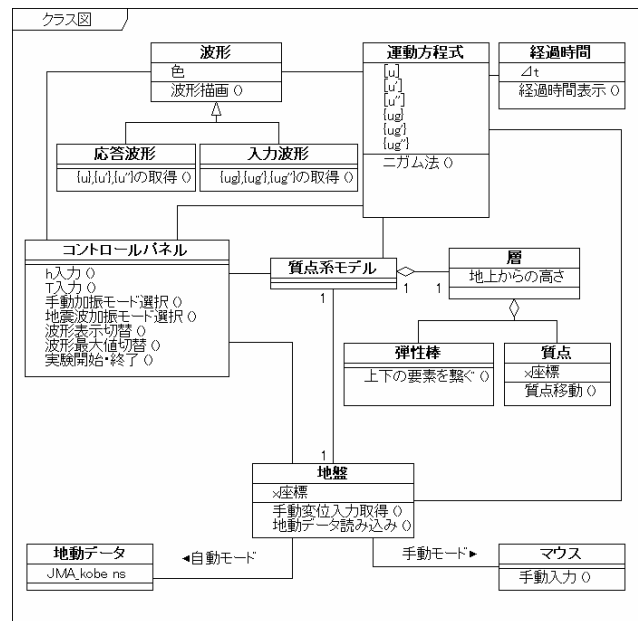


図 10 1 質点強制振動実験のクラス図

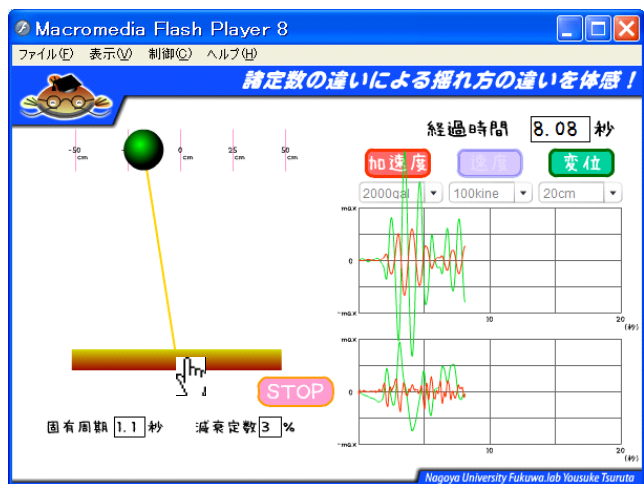


図 11 マウスでぶるる 1 質点強制振動実験

さが与える影響を体感的に学習できる。これらの教材は Web を通じて公開している。

本教材の開発を通して、筆者は教材開発の道筋と可能性を示した。その結果、図 13 に示す地震動オービット描画アプリケーションや、本研究で作成した 2 質点のモデルを拡張し、任意の質点数で加振可能にした教材等の開発が進んでいる。また、建物の立体挙動を把握するための分析ツールの開発にも応用され始めている。動的な現象の可視化を行うアプリケーションの簡易な開発手法として、ますます応用されていくことであろう。

5. 結論

本論では、地域防災力向上のために防災教育の促進をめざす筆者らの取り組みについて述べた。ぶるるシリーズは多くのメディアに取り上げられ、全国各地、さらに海外での利用も始まっている。このように爆発的に利用が拡大したのは、広く一般に普及する、安価で手軽な防災教育教材として開発した紙ぶるるの成果によるところも大きい。そしてこれらを開発するだけでなく、開発教材を活用し率先して啓発活動を行うことで、地域防災活動の担い手たちへの普及につながった。また、本研究で開発したユーザーの手の動きに対応する Web 上で可能な地震応答シミュレーション教材は、今までにない試みであった。建物の構造による揺れ方の違いを理解するためには、目で見るだけより簡易な模型を揺らして学ぶほうが効果的であるという知見を、e-learning に応用するといった発想そのものに新規性がある。また、「手軽」「安価」「楽しさ」「単純」の要素を盛り込んだ紙ぶるるの理念を継続するため、ソフトウェアのインストール等の面倒な設定をせずに実験を行うための手法を試行錯誤の上見つけ出し、さらに教材を完成させ一般配信まで実現した。こうして教材開発の道筋と可能性を示し、同様の手法による教材開発を後輩らにつなげた。こうした筆者の取り組みによる成果は、①振動教材ぶるるシリーズの開発と普及、②様々な教材を活用した魅力的な防災セミナーの実践、③Web 上で可能な地震応答シミュレーション教材の実現、の三点にまとめられる。

ぶるるシリーズの開発は今なお活発に行われており、水平 2 軸で加振可能な長周期大振幅振動台や、家具転倒を啓発できるもの、津波を再現する模型など、今後も次々と新しいものが開発されていくであろう。また、Web 上で可能な地震応答シミュレーターを応用し、さらに複雑なシステムの構築が可能である。例えば日本全国に設置されている地震計のデータを、Flash の XML クラスによる外部データ読み込みによって活用することで、リアルタイム地震応答シミュレーターの実現が可能である。現在当研究室では、愛知県内の任意地点における想定東海・東南海地震の地表の波形を擬似経験的グリーン関数法によって求め、そのデータを読み込み、応答シミュレーションをする Web アプリケーションも構築中である。

現在地域防災において、専門家は従来からの調査・研究だけでなく、防災力向上のための行動が求められている。研究を通して得られた専門知識をいかに効果的にアウトプットできるかが、効果的な教育実践、研究への理解の拡大等に関わってくる。そうした取り組みの一つのモデルとして本研究を位置づけると

共に、より多くの研究者が地域防災力向上の取り組みへ参画していくことに期待したい。



図 12 比較実験での質点系モデル表示画面と 5 種類の実験画面

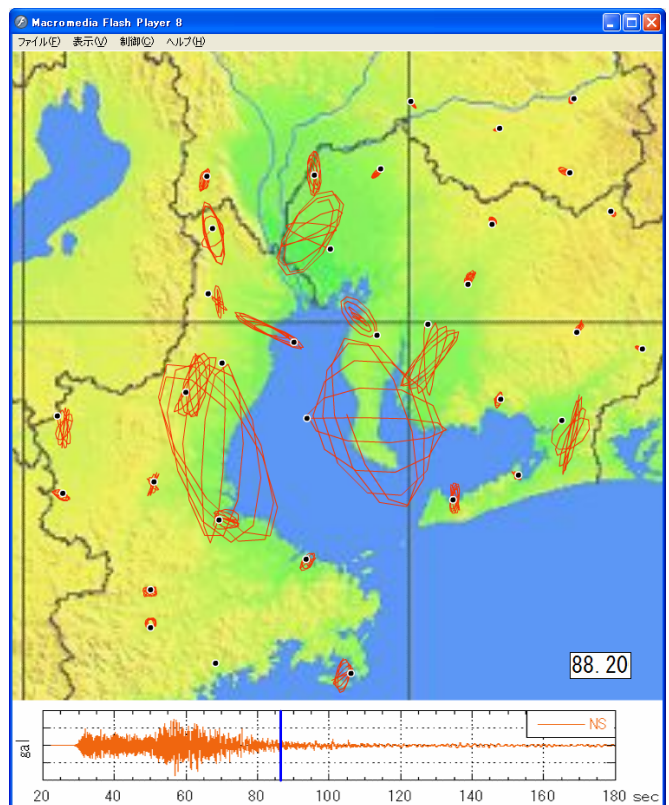


図 13 地震動オービット描画アプリケーション