

耐震・防災教育のための e ラーニング教材の開発

防災意識啓発 教育
IT E-learning

実験動画
家具転倒実験

正会員 ○鶴田庸介* 同 福和伸夫**

1. はじめに

中央防災会議から東海・東南海・南海地震、首都圏直下地震の被害想定が発表され、いずれも日本の国家予算に匹敵する被害額の大災害になることが明らかになった。この問題を解決するための最優先課題は、木造家屋の耐震化に加え、家具の固定による居住者被害の抑止である。しかし、これらの進捗状況は芳しくない上、せっかく対策をしても効果が無い方法であったりする。その原因の一つに、耐震化や家具固定の効果やそのメカニズムについて分かりやすく示す啓発用教材の不足が考えられる。

一方、免震、制震技術の普及に加え、長周期地震動の問題等建築設計において振動性状の理解が不可欠になっており、大学生や建築技術者に対する分かりやすい振動教育のニーズも高まってきている。

このような背景から筆者らの研究グループでは数多くのビデオ教材・振動教材の開発と実践を行ってきた^{1)~2)}。最近では防災意識の向上にあわせ、「いつでも・どこでも・何度も」自学自習することができる e ラーニングの特性を生かした Web 教材を開発している。本論では新たに試作した二つの e ラーニング教材について具体的なコンテンツと活用法について述べることにする。

2. 家具固定法比較ビデオ教材

兵庫県南部地震における震度 7 の地域では、全半壊をまぬがれた住宅のうち、全体の約 6 割の部屋で家具が転倒し部屋全体に散乱したというデータがある³⁾。様々な家具固定グッズが開発され実際に使われているが、その使い方やちょっとした固定方法の違いによっては気休め程度の効果しか発揮できない例もある。そこで家具固定の効果の違いを明らかにするために、実際に様々な条件・方法で家具を固定し振動台にて実験を行った。実験

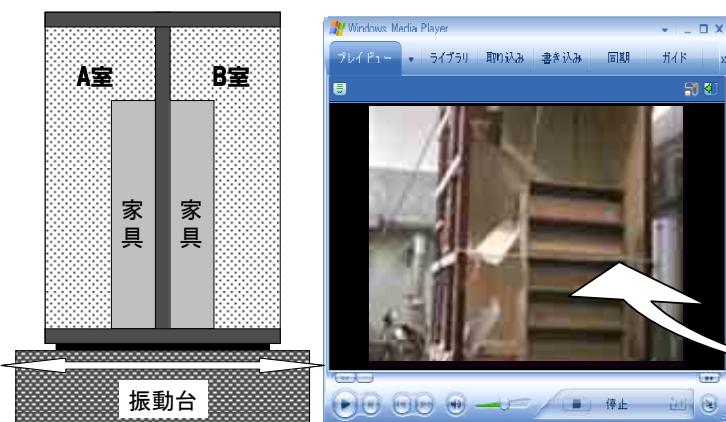


図 1 実験装置外観図

装置の外観を図 1 に、実験の際に扱った条件を表 1 に示す。実験の入力波は 2001 年芸予地震での地震波を震度 7 相当の揺れになるように振幅を 3 倍にした水平動を用いた。主な実験パラメータとして、床仕上げ、棚の高さ、家具の種類、固定方法を考えた。それぞれ利用した家具に関しては実際の使用状況を考えて重りを入れて実験を行った。この他、電化製品、吊り戸などの実験も行った。これらの実験を図 2 のようにホームページにまとめた。固定方法毎、震度毎に実験画像をレイアウトし、直感的にわかりやすい構成にした上で、画像をクリックすると実験映像が見られるようになっている。近い将来に、当研究グループのホームページより公開する予定である。

表 1 実験条件

床仕上	フローリング、カーペット
想定震度	5 強～6 弱、6 強、6 強～7
家具	本棚(h=1.2m, 1.8m, 2.3m)、吊り戸、ライブラリ収納、ウォールファーニチャー、冷蔵庫、洗濯機、乾燥機、平面テレビ、ピアノ
固定方法	プレート式、ベルト式、隙間家具、突っ張り棒、ゲルマット、制震ラッチ、等

The screenshot shows a Microsoft Internet Explorer window displaying the '家具倒壊実験動画' (Furniture Tipping Experiment Video) homepage. The page features a navigation menu at the top with tabs for '無固定' (Unfixed), '床材の違い' (Floor material difference), '棚の固定' (Shelf fixation), '開き戸の固定' (Swing door fixation), and '電化製品の固定' (Electrical appliance fixation). Below the menu, there are four main sections, each with a title, a series of four video stills, and a color-coded intensity bar:

- 1.8m棚(固定無し)**: Shows a shelf without fixation. The intensity bar ranges from '固定写真' (Fixed photo) in yellow to '震度6強～震度7' (Intensity 6 strong to 7) in red.
- 1.8m棚(ベルト式固定・上方30°)**: Shows a shelf fixed with a belt at 30° above the horizontal. The intensity bar ranges from '固定写真' (Fixed photo) in yellow to '震度6強～震度7' (Intensity 6 strong to 7) in red.
- 1.8m棚(ベルト式固定・上方60°)**: Shows a shelf fixed with a belt at 60° above the horizontal. The intensity bar ranges from '固定写真' (Fixed photo) in yellow to '震度6強～震度7' (Intensity 6 strong to 7) in red.
- 1.8m棚(ベルト式固定・下方30°)**: Shows a shelf fixed with a belt at 30° below the horizontal. The intensity bar ranges from '固定写真' (Fixed photo) in yellow to '震度6強～震度7' (Intensity 6 strong to 7) in red.

図 2 家具倒壊実験装置ホームページ

3. 計算機シミュレーション教材

IT 技術の発展により、Web 上での計算機シミュレーションが実現可能になってきた。これを利用すると、モデルの振る舞いを理解するための可視化や、パラメータ等を変更しながらのシミュレーションが実施可能である。これにより、理論的な説明だけでは理解しにくい振動現象をより効果的に学習できると考えられる。

1)ActionScript を用いた教材開発

本研究では教材開発に Flash(Macromedia 社)付属のスクリプト言語である ActionScript を用いた。これを用いた理由として、ファイルサイズが小さいこと、デザインとプログラムが同じ開発環境で行えること、アニメーションとマウスを用いた操作性を備えた教材作りを容易にできること、ほとんどの Web ブラウザで利用可能であること等が挙げられる。

2)教材例

図 3 に作成した教材の一例を示す。これは地震動に対する 1 自由度系の応答を体感的に学習することを狙って開発したものである。倒立振り子の減衰定数、固有周期を任意に設定し、地盤をマウスで左右にドラッグすることで建物の応答を観測できる。下段に入力波形、上段に応答波形がリアルタイムに出力される。同じ地震でも建物の性質によって揺れ方が大きく異なる様子を学習できる。このような手動加振実験に加え、エルセントロ、タフト、八戸、JMA 神戸、コジャエリ等の有名地震波での自動加振実験もできるようになっており、海洋性地震、直下型地震等、その揺れ方の多様性を体感学習できる。

この他の教材として初期条件を与えた減衰自由振動実験(図 4)、地震動に対する 2 自由度系の応答実験のコンテンツ(図 5)を作成した。現在は理系大学生レベルを対象にした教材を製作しているが、今後はこれらを基に一般向けの教材を開発していく予定である。完成次第、振動論教材「ぶるる」のページ²⁾にて公開していく。

4.まとめ

本論では“家具固定法比較ビデオ教材”的概要と、“計算機シミュレーション教材”的開発について説明した。これらの教材で実感を持った学習をすることで効果的な家具固定の促進や、現象の理解がしにくい振動論について感覚的に理解することができる。住宅耐震化、居住者被害の防止等の防災力向上のためには意識啓発に加え、個人の防災知識を深めることが必要不可欠であり、そのための防災教育のツールとしてさらに発展させていくつもりである。

謝辞

家具倒壊実験ビデオ教材の作成には、㈱旭化成ホームズの酒入行男氏にご協力いただきました。ここに記して謝意を表します。

参考文献

- 1) 福和伸夫, 原徹夫, 小出栄治, 倉田和己, 鶴田庸介: 建物耐震化促進のための振動実験教材の開発, 地域安全学会論文集, No.7, pp23-34, 2005.11
- 2) 振動論教材「ぶるる」のページ
<http://www.sharaku.nuac.nagoya-u.ac.jp/labofT/bururu/>
- 3) 阪神淡路大震災住宅内部被害調査報告書, 日本建築学会建築計画委員会 兵庫県南部地震調査研究部会 建築内部空間における被害 WG, 1996.

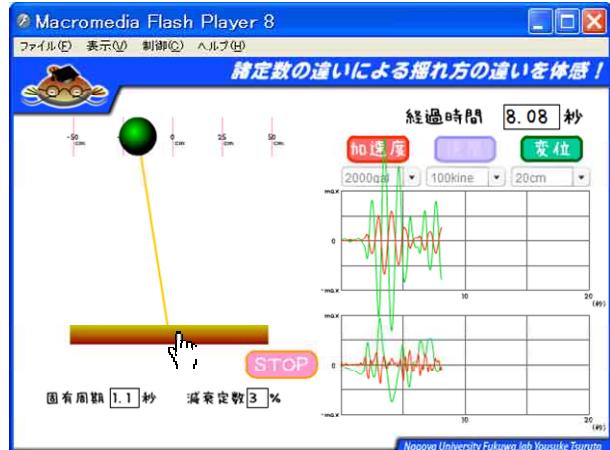


図 3 1 自由度系の線形応答実験

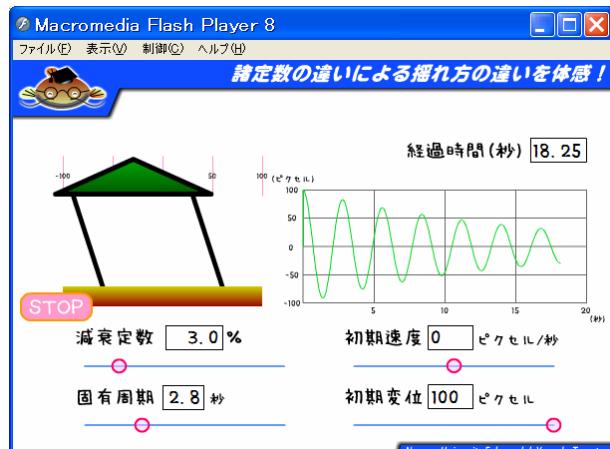


図 4 1 自由度系の自由振動実験

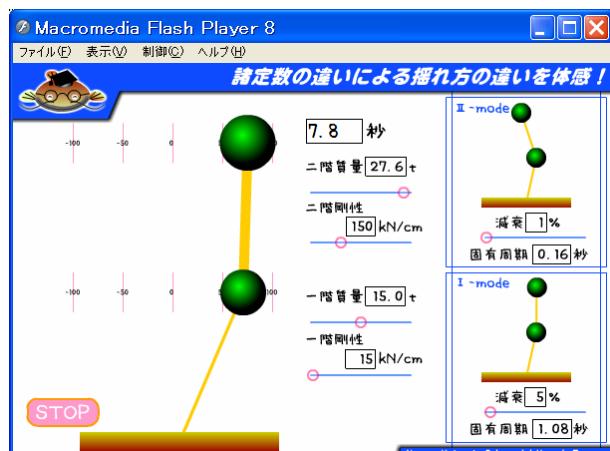


図 5 2 自由度系の線形応答実験

* 名古屋大学大学院環境学研究科 大学院生

** 名古屋大学大学院環境学研究科 教授・工博

* Grad. Student, Grad. School of Environmental Studies, Nagoya Univ.

** Prof., Grad. School of Environmental Studies, Nagoya Univ., Dr. Eng.