

## 工学院大学新宿校舎の地震防災に関する研究

地震防災 家具転倒 防災マニュアル

D3-02059 中村 吉秀

### 1. はじめに

近年、東海地震や首都直下型地震の発生の可能性が高まっている。中央防災会議の首都直下地震対策調査会が発表した東京湾北部地震（M7.3）による被害では死者は1万1千人、負傷者は20万人にのぼる。また、交通は麻痺しライフラインもかなりの被害を受け、帰宅困難者も650万人にのぼる。こうした状況の中、本学でも防災対策を早急に立案する必要がある。本学は新宿という都心に位置することから、学生や教職員に加え不特定多数の来訪者に対する対策が必要になる。また、高層ビルである本学の特有の被害もある。高層からの負傷者の応急救護・救助活動や、避難や消火活動なども必要になる。そこで本研究では以下のものについて行う。

- ・ 本学の現状の調査と他大学との比較
- ・ 高層ビル被害の特有の家具転倒による負傷者の算出
- ・ 高層ビルにおける負傷者の運搬実験、救護の調査
- ・ 学生の防災に関するアンケート
- ・ 学生用ポケットマニュアルの作成

### 2. 現状

#### 2.1 備蓄

災害時には主要な幹線道路に交通規制がしかれ、一般の道路も路面の亀裂や陥没、建物の瓦礫の散乱などにより通行が困難になることが考えられる。またコンビニや食料品店が営業していたとしても、多くの人々が殺到して商品がすぐになくなるのが予想される。こうしたことから支援物資が支給されるまでの間、最低1～3日は備蓄品が必要になる。新宿校舎の食料の備蓄を表1に示す。次に2005年度村上研究室卒論生の斎藤雄一のデータ<sup>1)</sup>より各研究室の所属人数と授業受講者数より前期木曜日の学生の人数を示す。

表1 食料備蓄

品名	個数
LBSサバイバルセット(非常食)	599
缶詰各種	3792
アルファ米各種	1800
スープ類	1600
保存水(500ml)	796

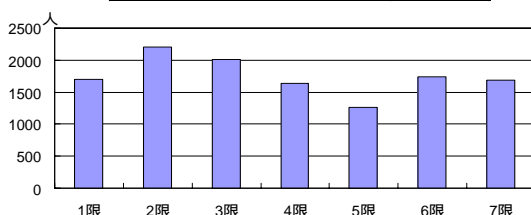


図1 時間別在校人数

図1より本学には夜間学部があり夜になっても多くの学生が大学いることがわかる。人数は月曜日から金曜日の1限から7限までの平均で、約1500人程度である。3日分の備蓄では表2のようになる。

表2 学生全員(1500人)の3日分の必要備蓄量

品名	個数
缶詰	13500
アルファ米	13500
スープ類	13500
保存水(500ml)	27000

#### 2.2 医療

新宿校舎の防災マニュアル<sup>2)</sup>によるとけが人の対応は保健員と警備員で行うことになっている。保健室には1人～2人、警備員は常時8人程度がいる。警備員は全員が普通救命講習を受けている。しかし、災害時には避難誘導や館内放送を行うので実際には負傷者の対応を行う人数はかなり少ないと思われる。普通救命講習については後述する。また、医療品の備蓄について表3に示す。

表3 医療品備蓄

品名	個数
災害時少人数救急箱	5
救急セット	95
担架	3

#### 2.3 エレベータ設備

災害時にはエレベータは使用できなくなることが予想される。2005年7月23日に発生した千葉県北西部地震ではエレベータに閉じ込められる被害が多数あり、救出までに最大で170分かかったケースもあった。現状、地震時の揺れによりエレベータに閉じ込められた場合にエレベータ会社の技術者が来るのを待つしかない。しかし、エレベータ会社によると講習を受ければ一定の操作を行うことが可能になる。救助のために大学側でも対応出来るようにしておくべきだと考えられる。

#### 2.4 現在行われている避難訓練

本学では年に2回、春季と秋季に避難訓練を行っている。春季は昼間の学生のために、秋季は夜間の学生に対して行っている。今年度の避難訓練の参加者は春季1042人、秋季565人であった。この参加人数は各フロアの避難誘導員が推定した数字であるため、実際的人数とはかなり誤差があると思われる。また、1階アトリウムに避難してくる時間を比較すると、春季は約11分かかっているのに対して秋季は約6分と半分程度であった。これは、春季の方が参加人数が倍近くいることから、

階段を使用した避難に時間がかかったことが影響していると考えられる。写真1、2は秋季避難訓練の1階アトリウムに集合した様子と食料を配った際の様子である。写真1から集合後に整列がなされていない様子がわかる。写真2からは備蓄品の配布に多くの人が集まり、配布がきちんと均一に出来なくなっていることがわかる。実際に地震が起きた際には、この人数の3、4倍の人数が集まることが予想され、その際に混乱が起きないように整列を指示する体制づくり必要がある。



写真1

写真2

## 2.5 学生の防災意識に関するアンケート

地震発生時に学生がどのような行動をとるか、どのような考えを持っているかは実際に起きてみないとわからないことが多い。そこで本学新宿校舎の学生に防災に関するアンケートを行い、防災意識と災害時の行動について調査した。表4にアンケートの回収率を示す。

表4 アンケート回収率

配布数	回収数	回収率
69部	29部	42%

表5 学生に対するアンケート結果

質問	YES
NTTの災害伝言ダイヤルというものを知っていますか？	79%
NTTの災害伝言ダイヤルの使い方を知っていますか？	17%
NTTの災害伝言ダイヤルを使ったことがありますか？	3%
新宿校舎周辺の病院がどこにあるか知っていますか？	34%
そこへ行ったことがありますか？	14%
新宿校舎に保健室があるのを知っていますか？	62%
保健室の場所を知っていますか？	52%
保健室に行ったことがありますか？	38%
交通が麻痺したとき自宅まで歩いて帰れますか？	34%
自宅までのルートを知っていますか？	41%
実際に歩いて自宅まで帰ったことがありますか？	3%
広域避難所・避難所の場所を知っていますか？	52%
消火器の使い方を知っていますか？	62%
消火器を実際に使ったことがありますか？	28%
大学の避難訓練に参加したことはありますか？	31%
自宅周辺の病院の場所を知っていますか？	97%
そこへ行ったことがありますか？	90%
自宅で家具転倒防止の器具などを設置していますか？	28%
自宅で災害用に備蓄をしていますか？	31%
自宅で持ち出し品の準備はありますか？	21%
地域の防災訓練に参加したことがありますか？	31%

表5はアンケート結果であるが、この調査から学校で被災した場合に周辺の病院や避難所の場所が分からない割合が高いことがいえる。また、NTTの災害伝言ダイヤルは大部分が使用方法がわからないことがわかる。距離的な問題やルートを知らないことから帰宅が困難と考える割合も高い。防災意識が高く、普段から自宅で家具転倒

防止や備蓄といった対策をとっているのは3割程度ということが分かった。

また、同アンケートでの質問で、学校にいる時に被災したらどのように食料を確保するかという問いには、学校の備蓄(29%)、生協(22%)、コンビニ(24%)、避難所(24%)という解答で、約半数が学校に頼っていることがわかった。

## 2.6 大学の防災対策に関するアンケート

本学の防災対応を客観的に知るために、都心にある大学でどのような対策が取られているかアンケートを行った。調査対象とした大学は早稲田大学(新宿区)、明治大学(千代田区)、法政大学(千代田区)である。この3大学を選んだ理由としては明治大学、法政大学は都心にキャンパスがあり、かつ高層の建物もあるという理由である。早稲田大学は学生数も多く、本学と同じ地区内にあるという理由である。また同様のアンケートを本学でも行った。調査方法は各大学の施設担当者に電話、メールで行った。調査項目は防災訓練に関する事、備蓄や医療、行動マニュアルに関する事が主である。結果、各大学と比較し本学で対策が遅れている点と、各大学とも対策が出来ていない点があった。

対策が遅れている点としては、主に備蓄の量の違いが挙げられる。前述したように本学では学生の1食分程度しかないのに対して、明治大学では学生の半数の3日分を準備している。また、水の確保もペットボトルの備蓄以外に明治大学では造水機(水を浄化できる機械)、法政大学では井戸で対応することが可能である。

各大学とも未対策だといえるのは、学生の安否確認が出来ないこと、学内の避難場所に避難した後の行動基準(自宅へ帰す、避難所へ移動するなど)が無いこと、防災訓練の参加人数の少ないことである。

## 3. 家具転倒による負傷者数の予測

### 3.1 算出方法

建物の耐震化や高層化により、特に建物の上層階では地震時に大きな床応答が生じやすいため、家具類による人的・物的被害が起きるのが特徴である。そこで翠川・佐伯の「オフィスビル群における地震時の負傷者発生予測」<sup>3)</sup>を参考に負傷者を算出する。この方法では通常時に行動可能な床面積に対する転倒した家具類が占める床面積の割合である室内閉塞率を考え、これが負傷者率に対応すると考える。図2に負傷者算定のフローチャートを示す。また、家具の内容物のほとんどは書類でありガラス類は少なく、内容物の落下による被害については考慮しないこととする。また、負傷するのは研究室にいる人として、在室人数は各研究室の所属<sup>1)</sup>としている。

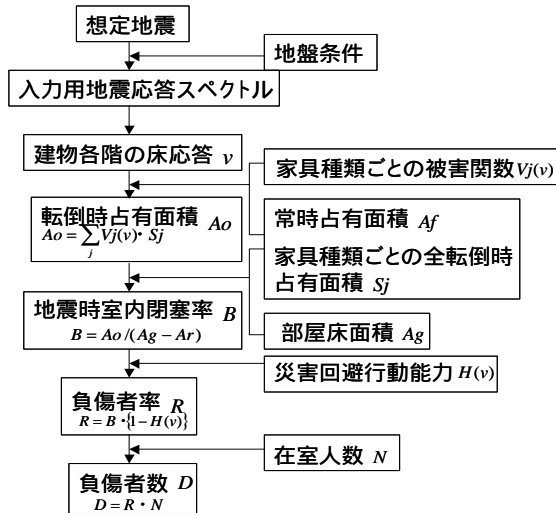


図2 負傷者算定フローチャート

### 3.2 地震応答スペクトル

想定地震から建物各階の床応答を算出するまでの過程は2005年度久田研究室卒論生の堀勝則の結果<sup>4)</sup>を使用する。この解析では首都直下の地震として1994年ロサンゼルス地震(M6.7)を採用している。図3にその地震を新宿校舎に入力した各階の最大床応答速度を示す。

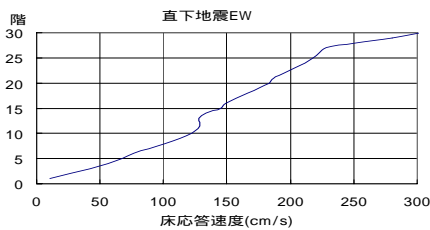


図3 各階の最大床速度応答

### 3.3 家具の調査

家具の調査は25階の研究室の家具を調査し、その結果を図面<sup>5)</sup>から求めた研究室の面積に対応させる。今回の調査で写真3のような学校で設置した家具は、上部および下部で固定されており倒れないとしている。倒れるのは写真4のような各研究室で独自に持ち込んだ家具であり、これらは固定がされていなかった。



写真 3

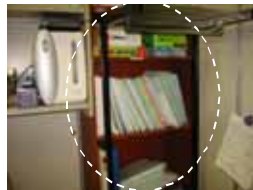


写真 4

翠川・佐伯の方法では表6に示す分類に家具を分けているが、今回の調査より、家具は転倒しやすくとされるタイプBとした。タイプAはないものとしている。

表6 家具の分類

転倒しにくいもの (タイプA)	単体家具(壁、独立、高さ150cm未満の背中合わせ) ・多段積家具の最下段
転倒しやすいもの (タイプB)	高さ150cm以上の背中合わせ家具 ・多段積家具の最下段以外

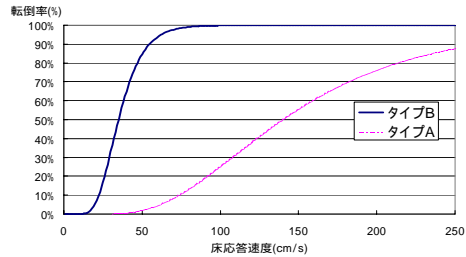


図4 タイプ A,B の家具の被害関数

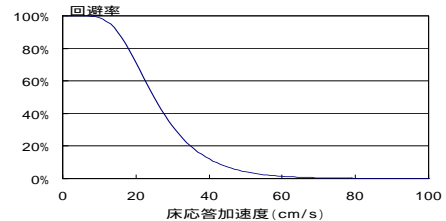


図5 人間の災害回避行動能力

### 3.4 結果

前述した仮定に基づき、直下型地震の時の負傷者を算出した。今回家具をタイプBに設定したが、入力地震によりすべての家具が転倒する。また、災害回避行動もまったくとれないという結果であった。負傷者は人数の少ないフロアで1人、多いフロアで7人程度出ることになる。研究室フロアの16階から27階までの合計で、34人の負傷者がでるといった結果になった。

表7 各階の負傷者数

階数	応答速度(cm/s)	Type Bの転倒率	在室人数(人)	負傷者数(人)
27	228.18	100.00%	11	0.56
26	222.63	100.00%	131	6.65
25	217.71	100.00%	91	4.62
24	211.39	100.00%	59	2.99
23	203.84	100.00%	134	6.80
22	195.06	100.00%	119	6.04
21	186.66	100.00%	22	1.12
20	183.41	100.00%	55	2.79
19	175.57	100.00%	24	1.22
18	166.57	100.00%	10	0.51
17	157.19	100.00%	10	0.51
16	148.7	100.00%	10	0.51
			676	34.30
				合計

### 4. 負傷者運搬

#### 4.1 担架を使用した負傷者運搬実験

災害時には救急も数が足りずに対応に追われる。そうした中で、家具転倒などにより重傷者がいる場合には、救急隊の救助活動の時間短縮や、病院まで運ぶ場合でも、1階のアトリウムまで運ぶ必要がある。その際にエレベータは使用できず、人力での運搬が必要である。そこで実際に担架を使用し負傷者を運ぶ実験を行った。25階の久田研究室で負傷者が発生したと仮定して、11階の保健室にある担架を取りに行き、25階で負傷者を乗せて保健室まで階段を使用して運んだ。結果は約27分かかった。この結果から、体力などを考慮せず1階まで運んだ場合、約36分かかる。

表8 25階から11階までの担架を使用した運搬時間

	久田研究室~保健室	保健室~久田研究室	久田研究室~保健室	合計
1回目	2分35秒	4分16秒	1分59秒	2分50秒
2回目	2分30秒	3分26秒	2分55秒	2分51秒
平均	2分33秒	3分51秒	2分57秒	2分21秒

また、時間以外の問題点も挙げられた。まず、運ぶのに3人でないと運べないこと。使用した担架が古いもので重く、握る部分が持ちにくいこと、などが挙げられる。実際に行うには訓練が必要であると考えられる。

#### 4. 2 階段移動担架による負傷者の運搬実験

担架を使用した運搬実験では時間がかかり、1人を運ぶのに3人が必要になる、訓練が必要であるという問題点があった。そこで、老人介護用として用いられているナブテスコ株式会社の階段昇降機を使い、負傷者を運ぶ実験を行った。

表9 階段移動担架の概要

荷重	max120kg
バッテリー	2 x 12V-5Ah
DCモーター	24V
昇降速度	8 - 23段/分
段の高さ	max21cm
段の奥行き	min17cm
バッテリー容量	約300段(15~30階)の往復
重量	31.7kg(分解した場合一番重いものは17.2kg)
高さ	1090mm
幅	485mm
奥行き	915mm(フットレストをたんだ状態:750mm)
バッテリー・充電器	充電器は90~240Vに対応可能
その他	シートベルト、ヘッドレスト



写真 5

この商品は電動であり、少しの練習が必要だが、非力な人でも1人で運ぶことが出来た。しかし、最上階から半分程度降ろすしかバッテリーが持たないこと、一番速度を早くしても最上階から1階まで26分程度かかること、そして価格が90万円と高額であることから実用性は低いといえる。

#### 5. 救命講習

負傷者の運搬にはある程度時間がかかることが分かった。しかし、現状では十分な人員を確保できていない。そんな中、一刻を争う重傷者の場合は、その場で応急対応が必要になる。そこで普通救命講習というものがある。

講習内容は主に心肺蘇生法・AED(自動体外式除細動器)の使用法・止血法である。前述したように医療の対策は保健員と警備員に頼っているが、その警備員が受講しているのがこの普通救命講習である。これは医療行為ではなく救命行為である。救急隊に期待できない状況では、自助が大切であり、この講習を受けることである程度の効果があるといえる。

表10 普通救命講習の概要

種類	内容	講習時間	講習費	有効期間
普通救命講習	・観察要領 ・気道確保要領 ・人工呼吸法 ・心肺蘇生法 ・AEDの使用法 ・止血法	3時間	1,400円	3年間

#### 6. 学生用避難行動マニュアル

災害時にパニックにならないためには落ち着いた避難行動を取らねばならない。そのために平常時から知識を持つ必要がある。本学の学生に対して行ったアンケートから緊急時の知識が低いことが分かった。そこで、立教大

学の例<sup>6)</sup>を参考に、防災対策の1つである携帯できるサイズのポケットマニュアルの作成を行った。これは蛇腹形式になっており、表面には学校で被災した場合の対策、裏面には自宅で被災した場合の対策を掲載する。内容は避難時の注意、消火器の使い方、止血法の紹介、応急救護の手順、避難所の紹介などである。



図6 作成したポケットマニュアル(裏面)

#### 7. まとめ

今回の調査から地震時には家具転倒による負傷者があつ程度出ることが求められた。しかし、現状対策はほとんど取られていない。特に応急救護や救助活動を行う人員の不足が問題といえる。それに対しては、各フロアに1人は救命の技術・知識を持った職員を配置する必要がある。また、防災訓練の際に大災害を想定し、負傷者の運搬などの実用的な訓練を実施すべきである。

#### 8. 今後の課題

地震防災を考える際に、大学が行わなければならない対策は、負傷者に対してのものだけではない。他に帰宅困難者の問題や学生の安否情報の確認など解決しなければならないものがいくつかある。そして今回行った研究からの問題点を解決していく必要がある。これには大学内部からの意識改革と実行力が必要である。

#### 謝辞

本研究に作成にあたり久田嘉章先生をはじめ施設課の柴田卓次氏、本学の学生、各大学の施設担当者の方にお世話になりました。特に客員研究員の久保智弘氏の協力なくしては本研究は成り立たなかつたと思います。ここに深く感謝いたします。

#### 参考文献

- 1) 斎藤雄一：時間帯別各フロアの人数のデータ
- 2) 学校法人工学院大学新宿校舎防災計画
- 3) 日本建築学会構造系論文集 翠川三郎・佐伯琢磨：「オフィスビル群における地震時の室内負傷者発生予測」
- 4) 堀勝則：新宿校舎の各階の床応答結果
- 5) KDN 街区ビル家具工事
- 6) 立教大学：防災のしおり