

4.5 超高層事務所建物の管理者・居住者へのアンケート調査

4.5.1 はじめに

宮城県、埼玉県、東京都、神奈川県、大阪府に所在地のある超高層9棟の公共事務所建物を対象に、東北地方太平洋沖地震における建築物の被害や揺れの状況などについて、2011年9月から10月にかけて建物管理者および居住者（施設職員）へのアンケート調査を実施した。対象とした建築物は、表4.5.1-1に示す9棟であり、このうち建築研究所が強震観測を実施している建築物には、東北地方太平洋沖地震において観測された最大加速度の値を示している。

表 4.5.1-1 アンケートの対象とした超高層事務所建物一覧

番号	建物所在地	構造	構造種別	建物規模	建物高さ	竣工年	位置	最大加速度 (cm/s ²)		
								H1	H2	V
1	宮城県	耐震	S造	地上15階 地下2階	62.7m	S48	B2F	163	259	147
							15F	361	346	543
2	埼玉県	制振	S造	地上26階 塔屋2階	139m	H12	B3F	74	63	42
							10FS	119	138	62
							10FN	118	155	66
							P1FS	248	503	106
							P1FC	265	686	185
3	東京都	免震 (改修)	SRC造	地上11階 地下2階	53.63m	S48 (H15)	B2F	104	91	58
							B1F	55	55	55
							P1F	94	82	104
4	東京都	耐震	S造	地上20階 地下4階 塔屋1階	86.52m	H6	01F	91	85	45
							20F(B)	210	150	173
							19F(C)	177	135	130
5	東京都	制振	S造	地上21階 地下4階	99.5m	H12	B4F	75	71	49
							13F	137	113	72
							21F	121	131	104
6	東京都	耐震	S造	地上18階	75.4m	S57	-	-	-	-
7	東京都	耐震	SRC造	地上26階 地下3階	111.2m	S57	-	-	-	-
8	神奈川県	耐震	S造	地上23階 地下3階 塔屋1階	96m	H6	B2F	60	-	30
							23F	162	-	72
9	大阪府	耐震	S造	地上15階 塔屋3階	76m	S48	B3F	11	9	5
							P3F	65	38	7

H1, H2: 建物の主要直交方向の水平加速度成分、V: 鉛直加速度成分

4.5.2 建物管理者向けのアンケート

今回の震災による建築物の被災状況や、震災の発生時に各施設がどのように対処したのかを調査する目的で、各建物の管理者を対象としたアンケートを行った。

(a) 建築物の被災状況

表4.5.2-1には構造体・外壁の被害状況を示す。被害「有」と回答したのは、震源に近い「宮城」の建築物で柱の表面にひび割れが観察されたが、直ちに安全性に影響するような被害ではなかった。また、超高層は目視による損傷状況の把握が難しく「不明」の回答が2棟ある。

表4.5.2-2に非構造部材の被害状況を示す。「大阪」を除く耐震構造の全てで何らかの被害があった。一方、「東京」の免震構造および制振構造では被害がなかった。「埼玉」の制振構造では、局所的に軽微な被害が発生した。また、ドア・扉の被害の中には防火扉の損傷が2棟見られた。

表 4.5.2-3 にライフライン設備やエレベータの被害状況を示す。ロープが絡むほかカゴの損傷など様々な被害が発生している。表 4.5.2-5 には、エレベータの停止状況と復旧の過程、閉じこめの発生の有無と救出までの時間に対する回答を示している。全ての建築物のエレベータが停止し、「宮城」では長期間停止しているエレベータがある。閉じ込めが 1 棟発生した。

表 4.5.2-1 構造体・外壁の被害

	1	2	3	4	5	6	7	8	9
	宮城	埼玉	東京	東京	東京	東京	東京	神奈川	大阪
	耐震	制振	免震	耐震	制振	耐震	耐震	耐震	耐震
(1) 構造部材 (柱・梁等)	柱表面に ひび	なし	なし	不明	なし	なし	不明	なし	なし
(2) 外壁	なし	なし	なし	不明	なし	なし	なし	なし	なし

表 4.5.2-2 非構造部材の被害

	1	2	3	4	5	6	7	8	9
	宮城	埼玉	東京	東京	東京	東京	東京	神奈川	大阪
	耐震	制振	免震	耐震	制振	耐震	耐震	耐震	耐震
(3) 内壁 (石膏ボード 等)	目地の外れ	1F 設備室の 壁の一部が 剥離し落下	なし	各所にひび 割れ、化粧 板はがれ	なし	内壁ボー ドひび割 れ	設備室壁面 亀裂、1F ホ ール大理石 のひび	なし	なし
(4) 天井	事務室 天井破損、 大会議室全 破損 (落下はごく 一部)	26F 機械室 天井の スピーカー が外れた	なし	ボード 一部落下 吹付け材 一部落下	なし	システム 天井ボー ド のずれ (20 カ所 程度)	ボードの はがれや ひび割れ、ア スベスト 封じ込めの はがれ	居室内の 一部で システム天 井ずれ落ち	なし
(5) ドア・扉	なし	10F 防火扉 のレリーズ の損傷	なし	流し台扉 破損	なし	なし	10F 防火扉 の外れ	なし	なし

表 4.5.2-3 ライフライン設備の被害

	1	2	3	4	5	6	7	8	9
	宮城	埼玉	東京	東京	東京	東京	東京	神奈川	大阪
	耐震	制振	免震	耐震	制振	耐震	耐震	耐震	耐震
(6) 水道・電気 設備等	なし	なし	なし	なし	なし	なし	なし	屋上雑用水 槽、槽内波 打ちにより 蓋破損	なし
(7) エレベータ (かご、ロープ 等)	なし	高層用 EV 2 基 及び非常用 EV の主ロープが 絡み運転不可 となった。また 高層棟 1 基 について各階 停止用のプレ ートが破損	なし	なし	なし	荷物用 EV でカゴにゆ がみ、1F の リミットス イッチ破 損、ブラケ ット変形	1 機ガバナ ーワイヤ ー、1 機メ インロー プ、1 機セ レクターテ ープ損傷	なし	なし

表 4.5.2-4 エレベータの停止状況と復旧の過程

			エレベータの停止状況と復旧の過程	閉じこめの発生の有無と救出までの時間
1	宮城	耐震	1～3号エレベータ故障、平成23年11月～平成24年3月にかけて修繕工事予定。4号非常用エレベータを運行	閉じ込めなし
2	埼玉	制振	安全装置により全台緊急停止。点検終了（約4時間後）をもって稼働できる号機について運転再開	閉じ込めなし
3	東京	免震	停止7台、保守業者点検後復旧（16:15）	閉じ込めなし
4	東京	耐震	全号機、地震感知器作動、最寄階停止 保守業者復旧作業終了 21:54	閉じ込めなし
5	東京	制振	地震管制作動（最寄り階に停止・扉閉） メーカーにて安全確認後復旧 No. 1～No. 12 15:30 復旧 No. 13～No. 24 20:30 復旧	閉じ込めなし
6	東京	耐震	地震時に全機停止（当時、別館E Vの定期点検中） 当日 18:30 までに故障機以外の本館E V復旧	本館高層用E Vの6Fあたりで1名閉じ込め 当日 15:00 までに救出完了
7	東京	耐震	3機停止（復旧まで1週間～1ヶ月半程度）	閉じ込めなし
8	神奈川	耐震	地震発生直後、最寄り階でエレベータ停止、警備会社及びエレベータ担当業者により点検を実施し、異常のないものから順次復旧。	閉じ込めなし
9	大阪	耐震	エレベータの停止なし	閉じ込めなし

(b) 地震発生時の施設の対応

被災後の対応に関わる設問に対する回答を以下にまとめる。なお、「大阪」は揺れが小さく無被害であったため回答からはずしている。

- ①業務継続計画について：全ての施設が業務継続計画あるいは災害時のチェックシートや対応マニュアルがあり、ほぼ計画通りに行動できたと回答しているが、1棟のみ「被害調査のための人員不足」のため計画通りにできなかったと回答した。また、「宮城」では被害は事前の想定を超えていたと回答している。
- ②地震発生直後の退避について：「宮城」では施設の職員全員を退避させている。また、「東京」の1つの施設では一部の職員を退避させた。一方、退避させなかった施設では、退避の必要がない旨のアナウンス（放送）をした場合としない場合があり、施設によって対応が異なる結果となった。職員を退避させた2施設では、揺れの大きさを判断して退避させたケース（東京）と、被害状況から危険と判断して避難させたケース（宮城）がある。いずれも1時間半（東京）から2時間（宮城）で退避を解除している。「東京」では危険箇所がないことを確認してから退避を解除しているが、「宮城」では外観上安全と判断して退避を解除している。
- ③施設の緊急点検について：いずれの施設も地震後に施設の緊急点検を実施しており、現地職員および常駐あるいは契約の専門業者によって実施されている。
- ④施設被害の判断までの時間とその対応について：超高層の構造安全性については、すべての管理者が1時間以内または即時に判断されるべきとの回答であった。その理由として、「エレベータの安全確認に時間を有すると幹部職員の動線にも影響が出ること」「対策本部を早急に設置する必要があるため」とのコメントがあった。
- ⑤課題と改善点について：地震後の業務を実施する上で最も支障となった施設の不具合としてはエレベータ停止が多く挙げられた。このことから、改善点として、エレベータの早期使用再開、点検・確認の人員・人材の確保が挙げられた。

4.5.3 居住者（施設職員）向けのアンケート

建物の居住者（施設職員）から震災時の行動や揺れによる不安感、室内の状況などの回答を得た。図 4.5.3-1 にそれぞれの施設の回答者数を示す。いずれも、上層、中層、下層から回答者を選択しており、最も少ないケースでそれぞれ 2 名ずつの計 6 名の回答者があった。このうち、強震観測を行っている 7 棟については、回答数と揺れの強さ（各階床の最大加速度および最大速度）との関係を求めた。地震計のない途中階の揺れの強さは観測値との補間による。また、それぞれの建物における地震後の避難状況や地震情報の入手方法、地震前の対策についてもまとめた。

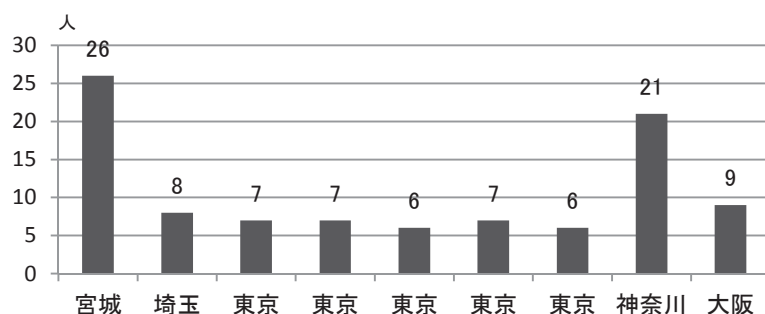


図 4.5.3-1 各施設の回答者数

(a) 地震時の行動

図 4.5.3-2 から、地震時の行動で最も多かったのは「作業を中断して様子を見た」であり、次に「机、テーブルの下に潜った」、「転倒・落下しそうなものを手で押さえた」という回答が続いている。いずれも揺れの加速度との関係はあまり見られない。一方、「窓から外の様子を伺った」という回答は床加速度が 200gal 以下に集中している。

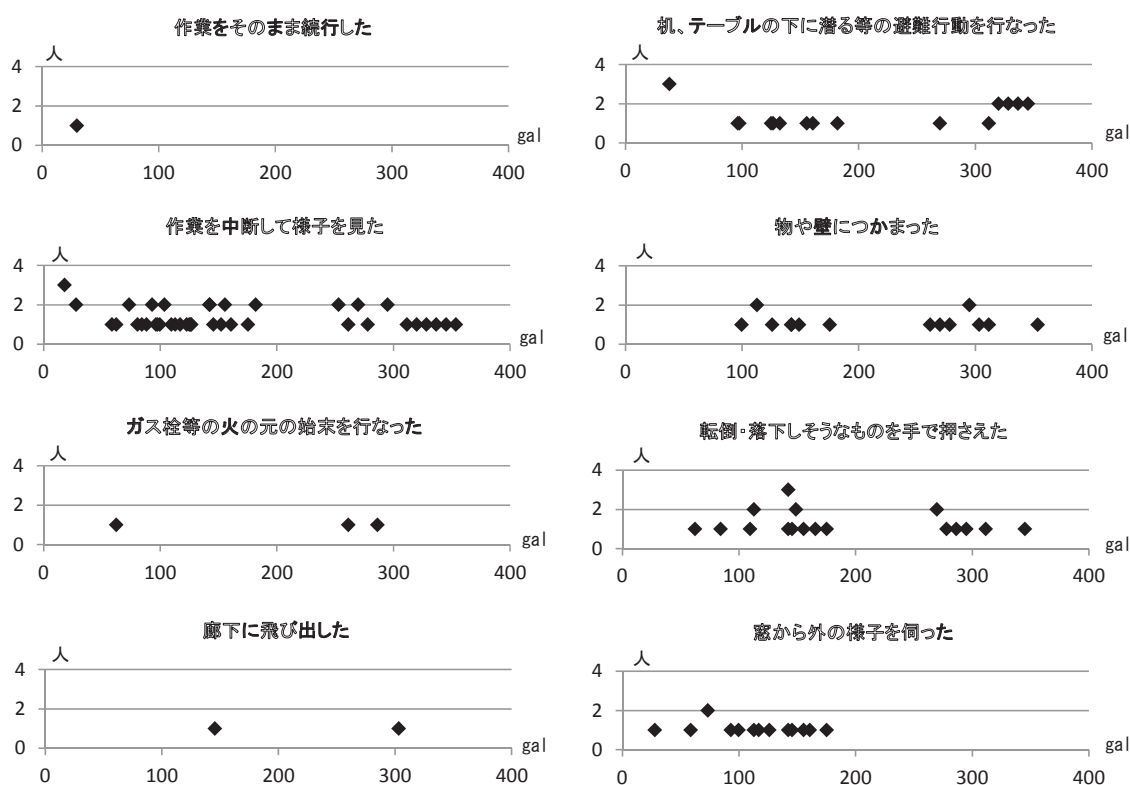


図 4.5.3-2 地震時の行動に対する回答数

(b) 揺れの大きさ

図 4.5.3-3 に、揺れの大きさに対する回答数を示す。「はっきりとした揺れを感じたが行動できた」という回答は、床加速度が 100gal、床速度が 20kine 以下に集中している。一方、「揺れに翻弄され何も行動できなかった」という回答は、床加速度が 300gal、床速度が 70kine を超える場合が多い。

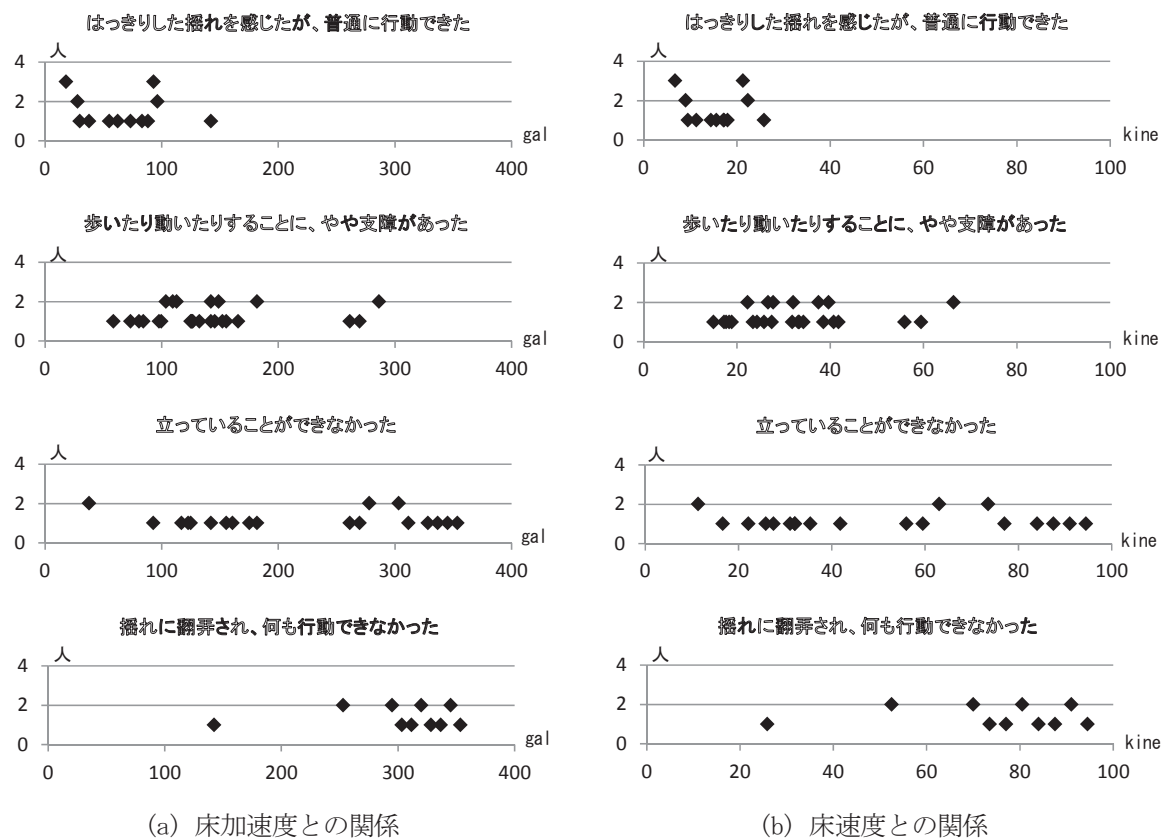


図 4.5.3-3 揺れの大きさに対する回答数

(c) 恐怖感

図 4.5.3-4 に恐怖感に関する回答数を示す。「かなりあった」「少しあった」という回答が多く見られるが、床加速度との関係はあまり見られない。コメントでは、揺れが長いことで恐怖を覚えたとの意見があった。

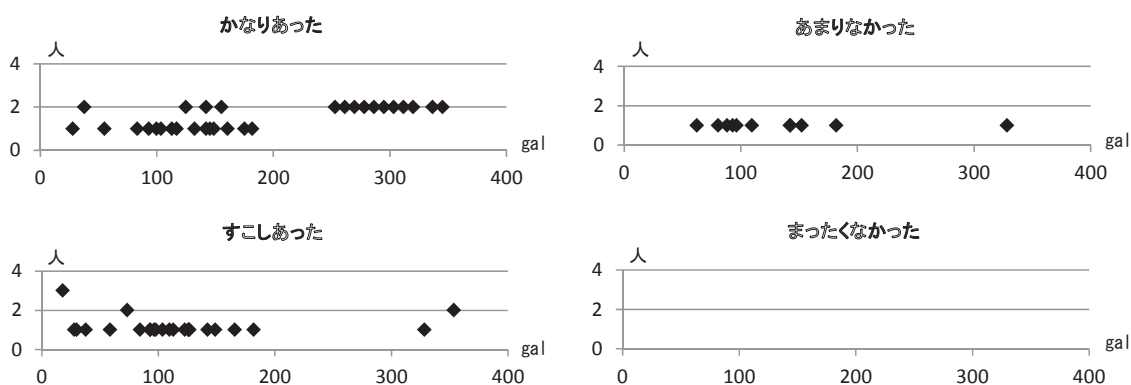


図 4.5.3-4 恐怖感に対する回答数

(d) 不安感(船酔いのような感覚など)

図 4. 5. 3-5 に不安感に関する回答数を示す。恐怖感と同様に、床加速度との関係はあまり見られない。「まったくなかった」という回答もあり、個人差が大きい。

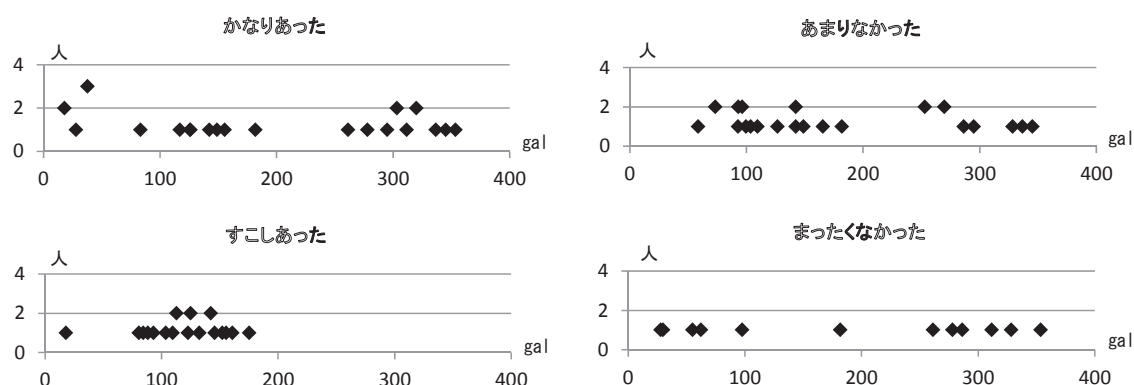
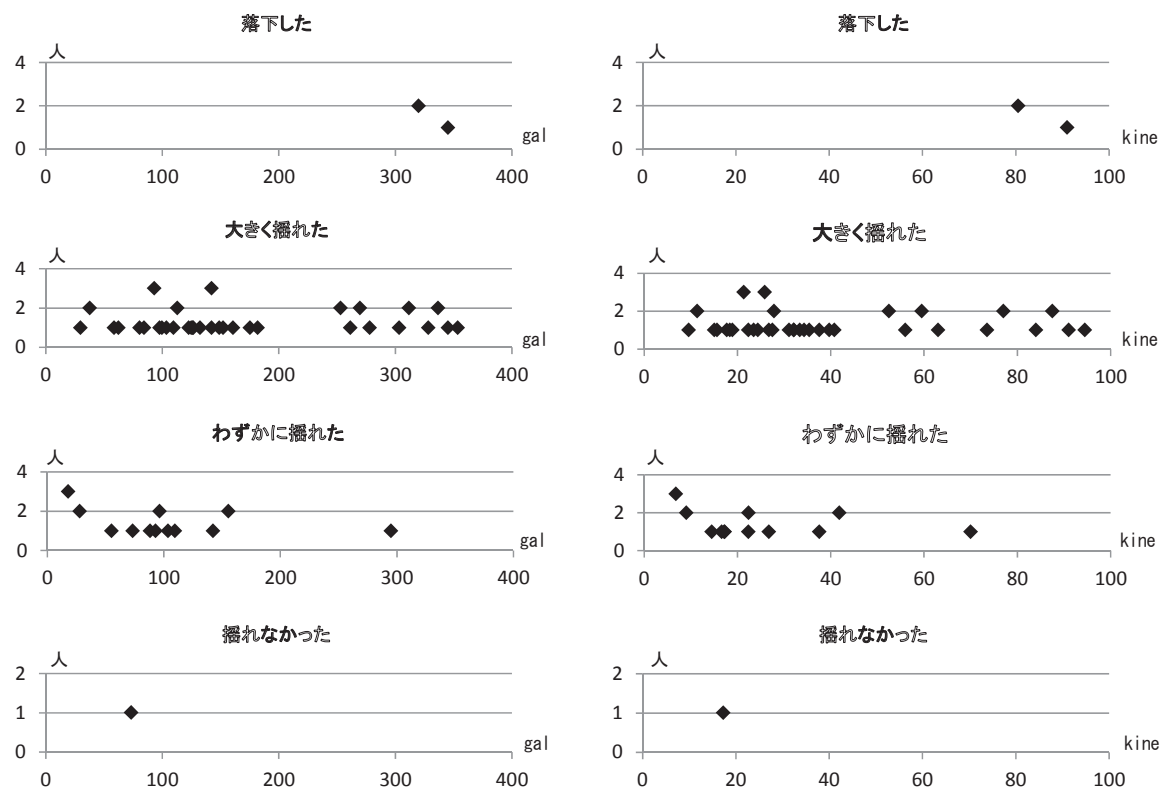


図 4. 5. 3-5 不快感(船酔いのような感覚など)に対する回答数

(e) 室内の吊り下げ物、食器類などの挙動

図 4. 5. 3-6 は吊り下げ物、図 4. 5. 3-7 は食器類やその他の棚や机の上の物の被害状況に関する回答数である。吊り下げ物については、床加速度 300gal、床速度 80kine を超える場合に「落下した」という回答が見られる。「大きく揺れた」との回答が多く、床の揺れの大きさとの関係はあまり見られない。食器類の落下に対しては、床応答との相関は比較的高い。「かなり落ちた」という回答は、床加速度 250gal、床速度 60kine を超える範囲に多い。



(a) 床加速度との関係

(b) 床速度との関係

図 4. 5. 3-6 吊り下げ物の挙動に対する回答数

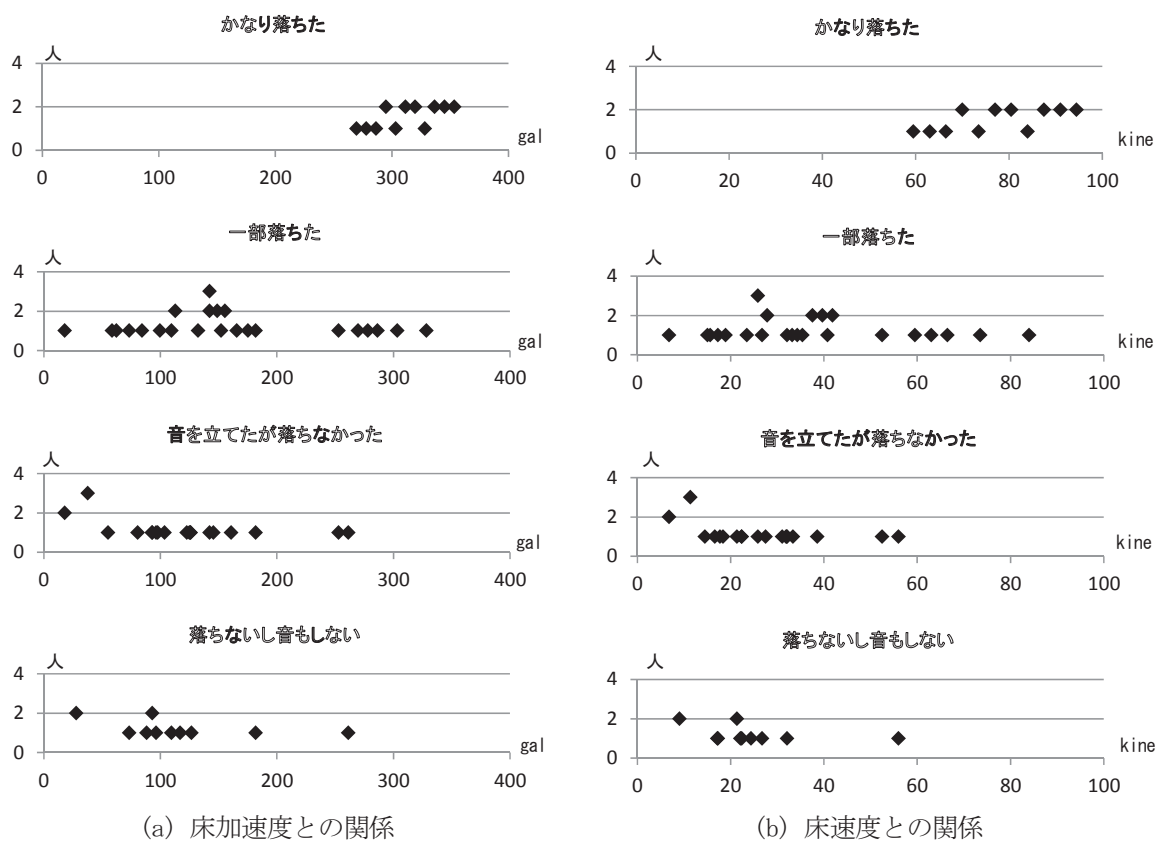


図 4.5.3-7 食器類やその他の棚や机の上の物の挙動に対する回答数

(f) 室内の家具の転倒・移動

ダンスや本棚などの家具の転倒およびコピー機などのキャスター付き家具の移動に対する回答を図 4.5.3-8 に示す。家具の転倒が多いのは床加速度が 300gal を超える範囲である。一方、キャスター付き家具の移動に関しては床加速度との関係はあまり見られない。

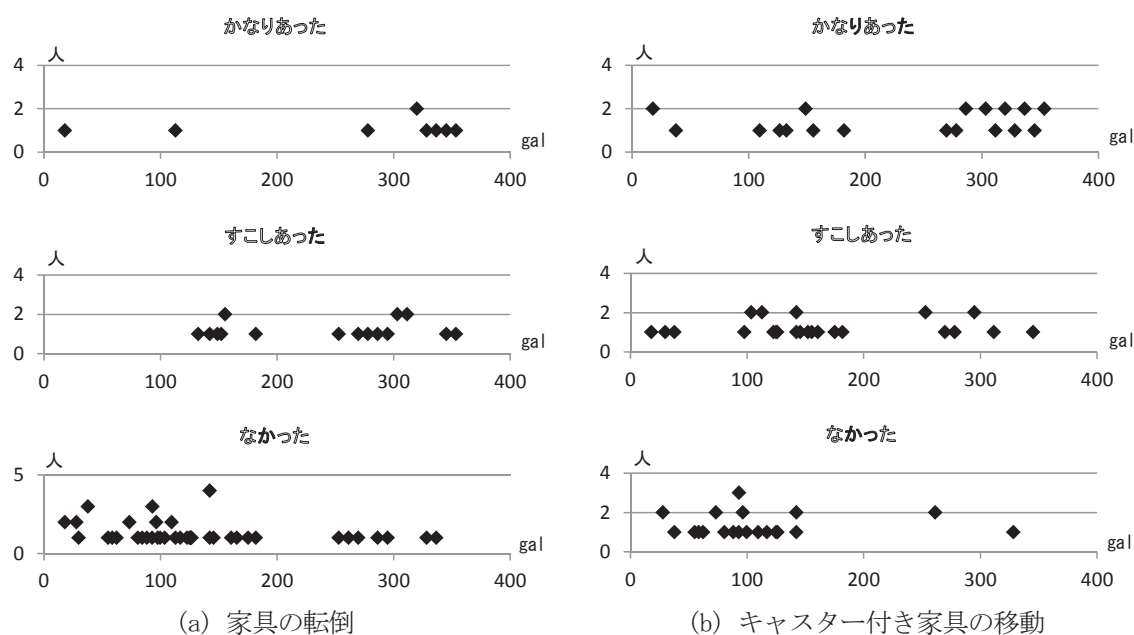


図 4.5.3-8 家具の転倒およびキャスター付き家具の移動に対する回答数

(g) 地震の情報の入手方法

「宮城」では全域が停電になったために「ラジオ」や「携帯のワンセグ放送」で情報を得た人が多い。一方、停電にならなかった他の地域では、「テレビ」の回答比率が最も多く、「インターネット」が次いで多い。

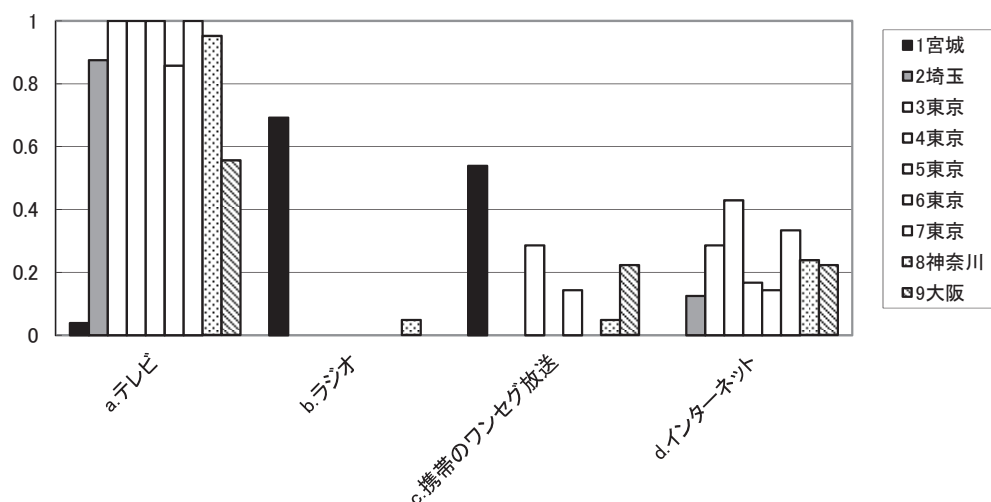


図 4.5.3-9 「地震の情報はどのように知りましたか」に対する回答比率

(h) 地震前の対策

すべての施設の職員を対象に、地震前の対策について回答比率をとったものを図 4.5.3-10 に示す。家具の転倒防止や水・食料の備蓄などの備えをしていないという回答や防災訓練に参加していなかったという回答が見られた。

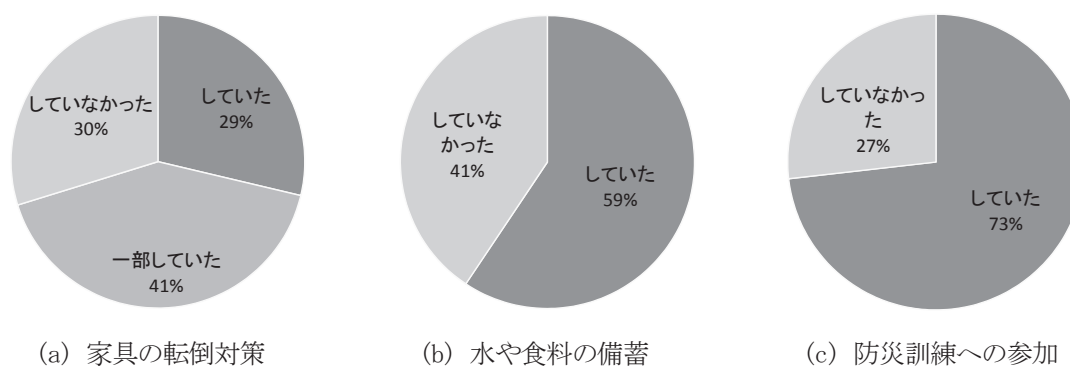


図 4.5.3-10 地震前の対策状況

(i) 意見、感想、期待など

表 4.5.3-1 に、超高層建築物の地震時の揺れや対策等に関する自由意見を示す。

表 4.5.3-1 超高層建築物の地震時の揺れや必要な対策等に関する自由意見

			コメント
1	宮城	耐震	・ 超高層の建物は揺れが大きく、非常時の避難の心配が考えられる。職員に対する周知を徹底する必要があると感じる。 ・ 強く振れ幅の大きな揺れが長時間続いた。動揺していても職員に対して適切に避難の誘導をしなければならなかったと反省。 ・ とにかく揺れが大きく、歩くことも這って移動することも（動揺もして）できなかった。机の下は書類もあり、潜るスペースはない。今は緊急地震速報が流れるとヘルメットを真っ先にかぶって行動しているが、定期的な防災訓練は重要と思う。 ・ 地震が収まった後も建物全体がかなりの時間揺れていた。 ・ 床下から突き上げられるような揺れで非常に恐怖を感じた。 ・ ロッカー等の上に荷物を置いているのは危険。 ・ シュレッターの移動やFAXの落下があったため、OA機器の地震対策が必要であると感じた。 ・ 縦揺れ後、一瞬の間があり、以降は大きく長い横揺れだった。 ・ 地震により、15階北側に設置されている移動書庫が倒れた。幸いにも死傷はなかったが、死者がいてもおかしくない状況であった。現在、建築後の建物であっても、免震対策が可能となってきたことから、庁舎内にいる人を護るためにも免震対策を施すべきである。 ・ 超高層建築物の揺れは相当大きくなるので、揺れを和らげる工事が必要と思われる。
2	埼玉	制振	・ 1階部分にいたため、強烈な揺れは感じなかった。 ・ いつまでも長く揺れていた気がする。
3	東京	免震	なし
4	東京	耐震	・ 細長い建物のため、大地震時に倒壊する恐怖を感じた。 ・ 今回の地震はかなり強い揺れがあり、長い時間揺れていたため、このまま揺れが続けば、建物が壊れるのではないかと、身の危険と恐怖を感じた。
5	東京	制振	・ 震度3以上の揺れがあると船酔い的な感覚がこの建物にはあるが、このときは感覚がしばらく続いていたような気がする。 ・ 大きく揺れたが、何の損害もなく業務に戻れたため、想像していたのとは違っていた。逆に避難したほうが危ないと感じた。 ・ 大きく揺れても被害は少ないものだと感じた。 ・ 非常に長い間大きく揺れていたため非常に怖かった。 ・ 水平方向にゆらゆらとゆっくりした揺れが長く続き、気持ちが悪かった。 ・ エレベーターが早く復旧できるようにしてほしい。
6	東京	耐震	・ 3階だったせいかわ、震度の割には揺れが小さく感じた。 ・ 高層階の方が、揺れがひどかった。 ・ 左右に大きく揺れ、建物が折れて崩れるかと思った。 ・ 揺れによる酔いを訴える人が多く、避難行動に支障がでないか気になった。 ・ 避難による渋滞を起こしていたため、階段の最大定員（荷重）が気になった。
7	東京	耐震	・ 本震の直後にすぐ余震があったためか、とても揺れの時間は長かった。横にゆらゆらと長時間揺れたが、机や棚のものはまったく落ちなかった。 ・ 船酔いになりそうな揺れだった。 ・ 今回は特段の避難指示はでなかったが、避難指示がでて、非常階段に職員が殺到する状況を想像すると非常階段の耐久性に不安を感じる。 ・ 職場にも非常持出用袋は必要なのではないか。
8	神奈川	耐震	・ エレベーターの到着待ちをしている時に地震が起り、頭上でガタンガタンとものすごく大きな音がして、揺れ以上に恐かった。 ・ 生まれて初めての大きな揺れだったので不安だった。 ・ 揺れ方の印象は、今まで経験したことのない大きくてゆっくりした横揺れで、強さもあり、なかなか揺れがおさまらなかった。 ・ 今回は停電もなく、情報をテレビで得られたが、停電の際のパニックが心配である。将来的には耐震から揺れの少ない免震構造に移行してほしい。 ・ 長周期地震動により通常の行動（歩行困難）が困難であった。上の階にいたため、すぐに外に逃げられないことの恐怖感を感じた。 ・ 横揺れが長く続いた。縦揺れは感じなかった。
9	大阪	耐震	なし

4.5.4 まとめ

以下にアンケート結果をまとめる。

(1) 避難の判断について

建物管理者へのアンケートでは、「宮城」の施設で全館避難、「東京」の1施設で一部避難がなされたが、同じ東京都の他の施設では避難指示は出されていないなど、判断にばらつきが見られた。その理由として、地震直後には避難の可否を判断する客観的な情報が少なかったことが挙げられる。今後は、強震観測データを利用して、建物の揺れの大きさや被害の程度などの建物の安全性に関わる情報を担当者に提供するような仕組みが必要である。

(2) 構造による被害程度の違いについて

「東京」の免震建物の施設は被害が皆無であった。制振構造を採用した「埼玉」と「東京」の2施設では、「埼玉」の施設で非構造と設備に被害が発生したが「東京」の施設は無被害であった。一方、耐震構造の施設では、免震や制振よりも全般的に被害が大きい傾向が見られた。なお、揺れの小さい「大阪」の施設では被害は報告されていない。

(3) 揺れの大きさと居住者の行動難度・心理について

床加速度が300gal、床速度が70kineを超えると「何も行動できない」という回答が多い。一方、恐怖感や不安感に関しては、揺れの大きさと関係はあまり見られなかった。

(4) 揺れの大きさと室内被害について

床加速度250～300gal、床速度60～80kineを超えると、吊り下げ物の落下、食器等の落下、家具の転倒などが発生している。キャスター付きの家具の移動に関しては揺れの大きさと関係はあまり見られなかった。

(5) 地震対策について

家具の転倒防止や水・食料の備蓄などの備えをしていないという回答や防災訓練に参加していなかったという回答が見られた。いずれも防災拠点であることから、職員にはより高い防災意識が求められる。

(6) 地震後の事業継続について

地震後の事業継続に関しては、エレベータの早期復旧の必要性が多く指摘された。しかしながら、事前の防災対策の強化や強震観測データを利用した避難管理についても改善の余地が見られた。