



地震への備え

講師：矢野克巳氏

前号の要旨

- “総合的な耐震性”を考える意義と設計者の役割
- 経済性と安全性は両立するか—安い物には理由がある
- 法令の基準は「住めるか否か」ではなく「倒壊」
- 地盤による加速度の開きは都区内で約3倍
- マンションの地震時火災環境は「中野区型」
- 階層ごとに異なる揺れ方への備え
- 賢いユーザーの選択—弱点克服のための耐震診断

(第4号のつづき) これから
の話は星川晃二郎さん(汎建築
研究所), 坪内真紀さん(前同),
木内俊明先生(国士館大学名誉
教授)が作られた資料からピッ
クアップしたものですのでお
許し下さい。

写真1, 2は阪神のマンションですが、実は、構造体、骨組は大破ではありません。柱、梁の被害は殆んどなく、壁と窓がやられているのです。写真2の扉の部分も、いわゆる廊下壁が壊れているのであって骨組が大破しているわけではありません。写真3は福岡の事例で、40年近く前に建てられた私にとっても懐かしい色々な意味で古いビルです。問題もあったのですが、九州はあまり地震は来ないからという楽観的なお客さんであったようで(笑)、今回は震度6強もない地震でしたがガラスが割れて散々な目に合いました(写真4)。

地震時火災の消防・避難の限界

火災について星川さんが端的にまとめられています(図8)。地震直後は同時多発であり、したがって消防に期待するのは無理であると、そして時間経過後の出火は電気系統に起因するもので、これは家具等の散乱が激しいためです。密集市街地については、先程申し上げたように、千代田区は出火率トップであるにかかわらず焼失率はゼロ同然、一方で中野区は出火率はかなり低いのですが、その僅かの火災が大変な都市火災になるということです。図9は時間を追った神戸市のデータですが、地震発生は午前5時台の後半で、それから僅



写真1



写真2



写真3



写真4

- 地震直後 → 同時多発
- 時間経過後 → 通電出火
- 密集市街地 → 都市大火

図8 地震火災の特徴

か6時までの10数分か20分の間に50件ほど、その日のうちに108件の火災が発生しています。下の「2.1」というのは、普段の日の年間平均1日の出火件数で、要するにこの50倍の火災が1日に起こってしまったわけで、当然、消防は殆んど消しに行くことはできません。このデータと殆んど同じデータが東京都の区部直下地震の場合の火災被害想定で報告されていまして、やはり平常時の1日平均件数の50.5倍ということで、神戸と全く同じ状況です。もちろん東京消防庁も学習していますから、多分、推測ですが、実際に区部直下レベルの地震が起これば消防隊は出火個所の個別追い掛けなどはないで大きく防衛線を張るであろうと、そして路地同然の中野区のブロック塀の隙間でホースを引くようなことはしないと思います。いずれにしても消防というのは大地震時にはあまり期待できない。実は私どもの建築も、倒壊に対しては地震時を考えているのですが、火災に対しては地震時を想定していません。そこで地震時にもし火災が起きたときの防火の考え方を防火の専門家にお聞きしたところ、「火災が起った階の人だけ逃げなさい。1階置いて次の2階目、即ち、2階下の階に、火災が起った階の人だけ逃げなさい。他の人は消防隊が助けにくるので動くことはない。それ以上動いたら却って被害が広がる可能性がありますから」と仰るのであります。

次に避難ですが、マンションというのはやはり大変逃げにくいわけですから、地震が起ったら、まず火に包まれる前にちゅうちょしないで早めに

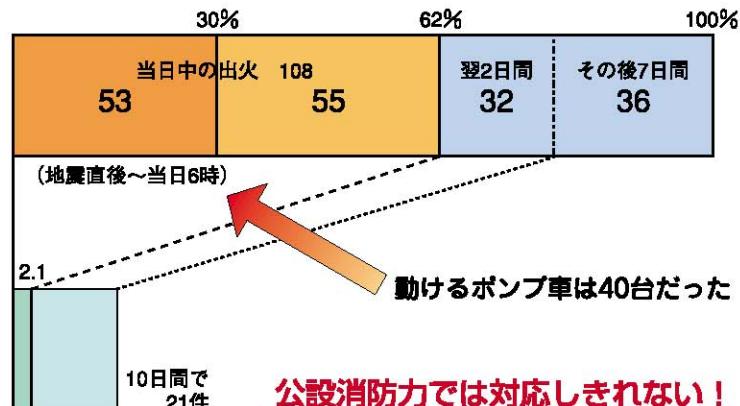


図9 神戸市での経時出火状況

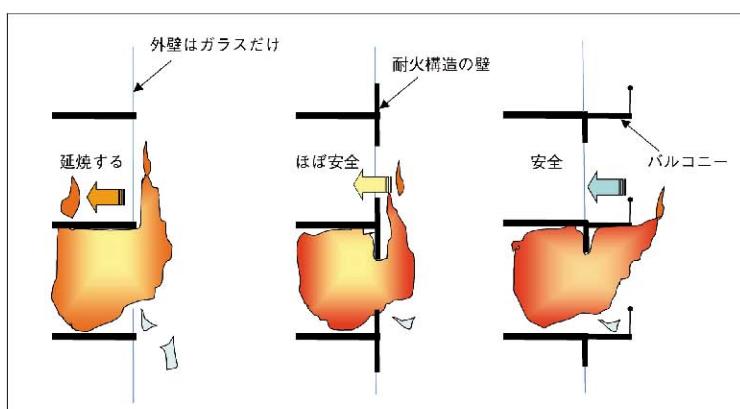


図10 上階延焼の防止対策

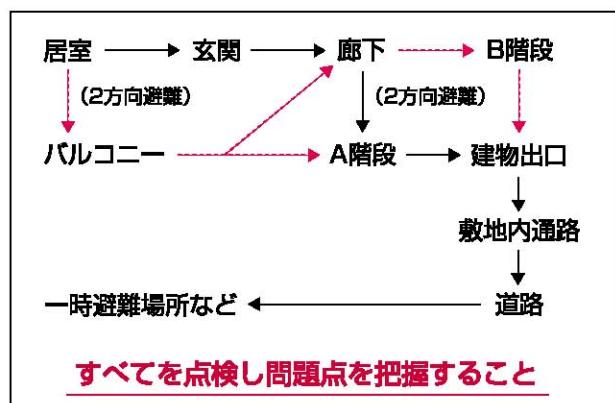


図11 避難経路の連続性と安全性

逃げておくべきだということです。逃げようとしたときの第一関門が玄関の扉が開くかどうかで、震度5で開かないマンションが結構出てきます。ということはエレベーターメーカーさんのような安全率で考えれば、玄関扉が開くことを保証せよと要求されたら建築屋も震度4までと言わなければならぬということです。また、住戸内の2方向避難は大原則なのですが、先程申し上げたバルコニーのように、本当に逃げられるように善良な居住者として皆さんのが維持管理しているのか気になります。廊下、階段も2方向ですが、特に鉄骨造の屋外

避難階段、非常階段は診断のときに点検すると取付けのアンカーポルトが錆びてしまつて地震が来たら一発で非常階段と建物がばらばらになってしまふようなものが少なくありません。そして煙からも逃げなくてはならないことが避難時に求められます。図11に避難経路が示されていますが、マンションではなく普通の戸建住宅ならば玄関から一気に道路まで出ることができます。この途中の全部がマンションなるが故のハードルで、有事の際はこのハードル競走をしなくてはいけない宿命を帯びているわけです。ですからマンションは火災避難に関して、地震時の避難という観点から見れば、かなりきついということをご承知頂きたいと思います。

震度5超で急増する被害率

表1は木内先生の資料からごく一部を使わせて頂いたものですが、実はここで木内先生は面白い表現をされています。元々は住都公団が発表した兵庫県管内のデータで、このような被害統計は勝ち組の戸建の規格型住宅供給メーカーさんからは結構報告されていますが、外から見える部分は別にして内部の被害率は高級マンションほど高いのです。それで内部のことは意外とオープンにされないので、さすが住都公団さんは真面目ですからちゃんと被害報告をしています。ということで、例えば、受変電は100%アウトですからギブアップです。ただし、この被害率は棟単位の被害ですから住戸内設備の場合1棟で50件あれば50倍に膨らみますので見直さないといけないのですが、エレベーターから上段は殆んど共用部です。要する

に共用部がいかに被害率が高いかお考え頂きたいわけです。平均の被害率を50%として考えねばならないのですが、要はマンションというのは被害率が高くて、大変危険が多いということです。表2は先程の公団とは別のデータですが、給水管の被害は震度7から震度4のレベルの中で、震度4でようやくゼロになります。震度5以上では被害が相当な率で発生していることが分かります。「給水管その他」は震度の区別がありませんが、排水管も同様で、大雑把に言えば、震度4までは安全ですがになると建築はあちこちで不具合が出てくるとご理解下さい。

エレベーターは最寄り階停止で安全確保

建築設備の中でもエレベーターは、ことに高層マンションにとっては大変重要な上下交通の主要手段であり、階段は使ったことがないという人もいるかもしれません。エレベーターの基準は1971年の建築法規の大改正に対応して翌年の'72年に大改定され、やはり1981年の建築の改定に合わせてエレベーターも新耐震基準に移行し、更に1995年の神戸地震後に改定された'98年の建築の構造基準に伴いエレベーターの基準も変わっています。エレベーターの場合は、ご覧になると何年型のタイプか分かるのですが、先程の新々耐震は'98年以降、新耐震が'81年以降、旧耐震は'71年以降で、それ以前は基準がなく、メーカーさん各自で造られています(図12)。

端的に言ってエレベーターはアメリカからの輸入品的なものですから、あまり耐震を考えていなと言っても間違いではないと思います。数字で

表1 ライフラインの被害（住都公団兵庫県営業所）

		被害率 (被害施設／施設数)
外構設備	屋外給水管	53.0%
	屋外電気設備	25.6%
供給設備	給水設備	28.2%
	受変電設備	100%
屋内設備	給水設備	51.3%
	消火設備	30.8%
	排水管	46.1%
	電気設備	89.7%
	エレベーター設備	40.0%
	住戸内設備	92.3%

(例) 平均の被害率50%とする(阪神淡路大震災の例)
 ・耐震措置建物 30%…被害率約20% }
 ・非耐震建物 70%…被害率約60% }

表2 阪神淡路大震災の建築設備被害(例)

給水管の被害	震度7	51.5%
給水管その他の被害率	震度6	35.4%
	震度5	21.7%
	震度4	0%
	給水	58.0%
排水管の被害	排水	50.0%
	空調	36.0%
	SP	35.0%
	ガス	32.0%
	受変電	30.0%
	厨房	28.0%
	震度7	41.3%
	震度6	26.4%

見て頂きますと(図13), 新々耐震でエレベーターメーカーさんは随分努力されてまして、「高」というレベルの「高」は急行運転のエレベーターで、普通の各駅運転は「低」です。gal値は屋上機械室の数字ですが、地表では3分の1くらいと考えて下さい。ということは150galで止まるときの地表のgal値は50です。「高」のgal値を少し高くしている理由は、急行運転ですから最寄り階停止といつても急行の停車駅が遠い場合があって、煙突の途中で止まつたら大変です。それこそ救出不能の閉じ込め事故になりかねないので無理してでも高くしているからで、機械自体は「低」と同じです。運転制御のコンピュータで、150galの機械でも200まで負荷をかけて、少々事故の可能性が高くなつても最寄り階まで行き着かせた方が、より安全性が高いと判断された結果です。要するに規準は150galですから、停止するのは震度4です。

人命優先から閉じ込めの可能性も

高さ120m以上の超高層のエレベーターは地上地震動で言えば震度3で止まるのですが、ご存知の通り有名超高層のエレベーターは震度3でも事故を起こして閉じ込めさえ発生しましたし、昨年の千葉県北西部地震でも78件の閉じ込め事故のうち75件は管制運転という、いわゆる新耐震あるいは新々耐震型のエレベーターが閉じ込め事故を起こしています。その理由は、エレベーターメーカーさんが写真5のような事故の発生を恐れているからで、これはエレベーターピットの内部でメインロープのほかにもケーブルが引っ掛けられています。このような事故が起こると最寄り階停止ということで最寄り階まで走らせると、場合によっては大事故を招くかもしれない、それこそ乗っている人の命にかかわります。それならばせめてという配慮から、異常感知して急ブレーキが掛かるということで新しい耐震型のエレベーターは大抵こうした作動をするようになっています。それで煙突の途中でもブレーキが掛かって、新潟中越地震のときも止まってしまいました。ただ、東京都内が

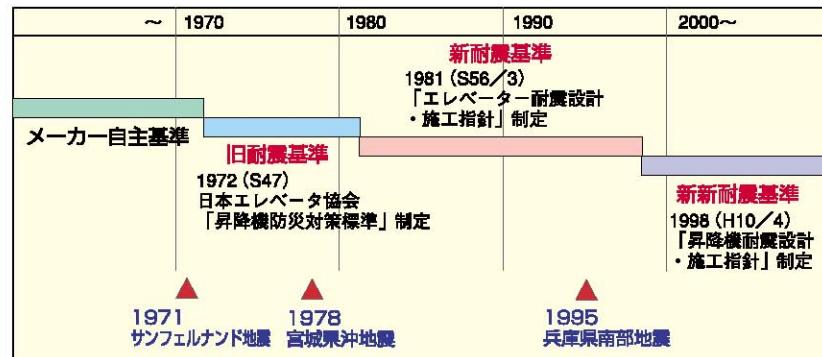


図12 エレベーター耐震設計基準の変遷

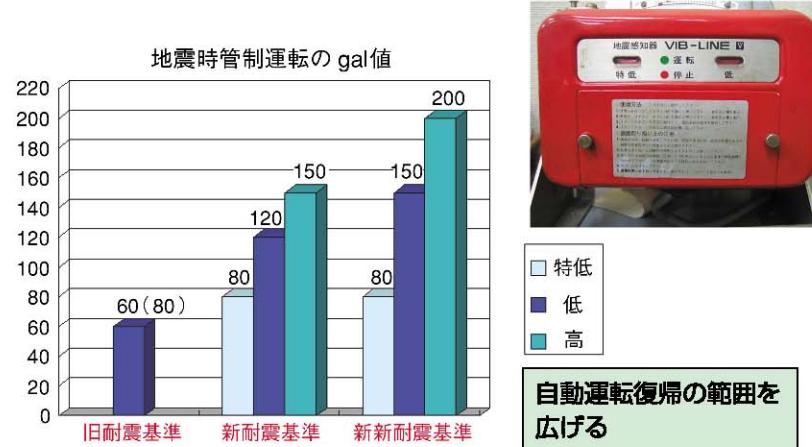


図13 エレベーターの地震感知器の設定値

“オッちょっと揺れたな”という程度で終わる場合は救援部隊も手際よく駆けつけられますが、それでも千葉県北西部のときは数時間救出できませんでした。それがもし東京区部の直下地震だったらどうなるか。車は走らせられませんし電話も掛かりません。閉じ込めが起きているのかそれとも止まっているだけなのか、管理会社でも分かりません。運が悪ければ2日間の閉じ込めは覚悟しなければならない。それがエレベーターの実態です。それでも危険を冒しながら無理矢理運転してかごの中で死ぬよりはましでしょう、というのがエレベーターメーカーさんの判断のようです。

区部直下地震の場合のデータを見ますと、都区内だけで大体20万台レベルの被害想定、首都直下地震の場合は大体30万台のエレベーターが止まると想定されています。神戸の場合は兵庫県全体で1万台、止まったのはそのうちの9割に当たる9000台程度でした。それに比べて30万台という東京の場合はどのように救出していくのか。兵庫県のうち神戸のみでは当時7000台のエレベーターが稼動していて、そのうちの2割程度が旧々型でした。実は亡くなった方はゼロです。旧々タイプのエレベーターは通電している間は、無理矢理動かせるの

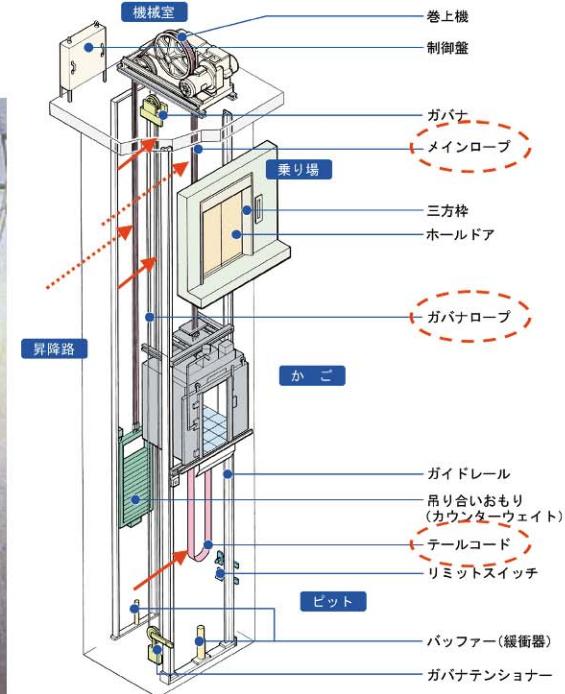
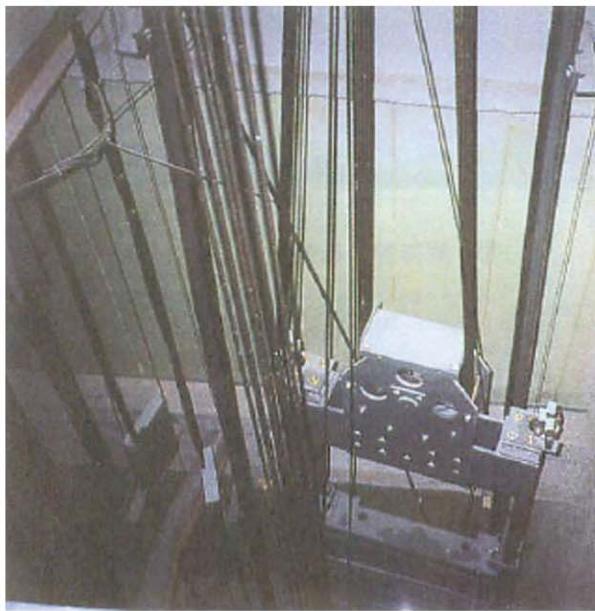


写真5 ロープ類の絡まり

です。したがって却って逃げ出すことができた。それに対して新しいタイプは、大部分については最寄り階停止で逃げられると思いますが、何%かは閉じ込めになります。神戸地震は早朝のことでの大方は就業時間前だったわけですから閉じ込め事故率は0.4%、それがもし昼間であったら何%になったか。エレベーターメーカーさんに尋ねると慎重です。2%ないし1%、まあ、エレベーター協会さんとしては1%程度と言いたいようですが、それでも20万台が対象になれば凄まじい数の閉じ込め事故が起こることになります。それではどうすればよいか。手段としては、まず保守会社に電話で連絡することになりますが、連絡がつかない場合にどうするか。自分の家族や知人が1日も2日もエレベーターに閉じ込められっぱなしというときに見過ごせるわけはありませんから、きれい事ではなく強引に救出せざるを得ません。具体的にはどうするか、それを学習しておくことが必要です。

上層階で不可欠な家具転倒対策

次に、家具什器の備えについて坪内さんの資料をもとにお話します。先程、上層階、中層階、低層階の揺れ方について触れましたが、家具の転倒率も表3に示すような差があります。この上、中、下の区分はそれぞれ建物の階数を3分の1づつ割ったものですので、先ほどお話した上層、中層、低層とは区分が異なりますが、いずれにしろ負傷者数で見ると重傷の人が上層階で3人、下層階ではゼ

表3 高層住宅の家具転倒と負傷
(阪神大震災の20~30階建て建物の被害データより)

	家具転倒率	負傷率	重傷者数／負傷者数
上層階	60%強	25%	3人／19人
中層階	約40%	17%	1人／15人
下層階	約20%	7%	0人／6人

口とかなり違います。もちろん家具転倒率も相当差がありますから住んでいる階によっていかに対策を講じるべきかということです。特に上層階にお住まいの方は、もう命懸けといつてもいいくらいですから、普段は少々不便でも家具を転倒または散乱させない方策を講じて頂かないと仕方ない。それが上層階で普段快適に住まわれている分のお返しのようなものと考えて頂きたい。図14を見ると家具の種類によっても被害の差があることが分かります。最もプロポーションがひょろっとしている本棚、3段式構造の和ダンスなどはやはり問題が多く、食器棚、整理ダンス、洋ダンスの順になっています。ピアノも結構危険でして、これは動くので走り出さないように止めておく必要があります。家具が置かれている床材によっても転倒率が異なり、結論を言えばじゅうたんや畳よりフローリングの方が転倒率が少なく、滑り易い方が転倒しないということです。階によっても、当然上の階の方が被害が多いのですが(図15(1)(2))、TVの場合は「遠くまで飛んだ」という表現がされています。震度7クラスで揺れたら飛んでしまいます。

私の友人の話では、寝ている部屋にTVがあったのですが、寝ていたベッドを通り越して反対側に落っこちたと言いました。神戸でも震度7の被災地はごく僅かの範囲で大部分は6強程度です。それでもこのくらいの差があるわけです。

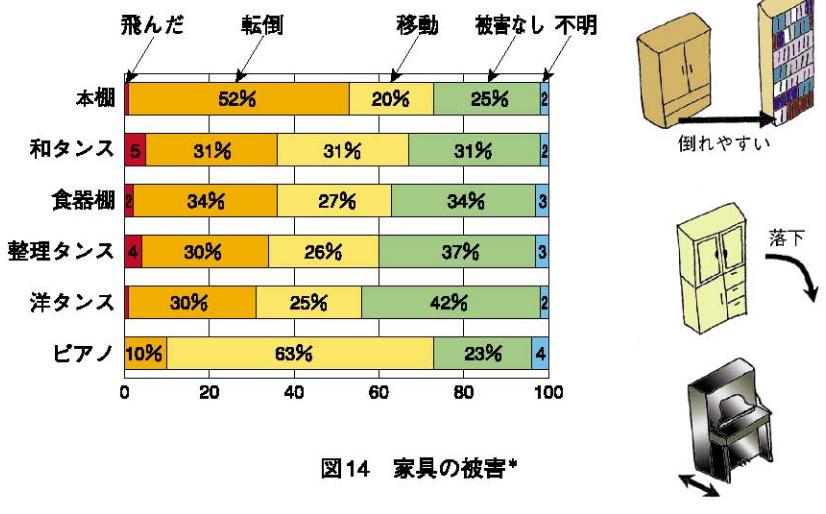


図14 家具の被害*

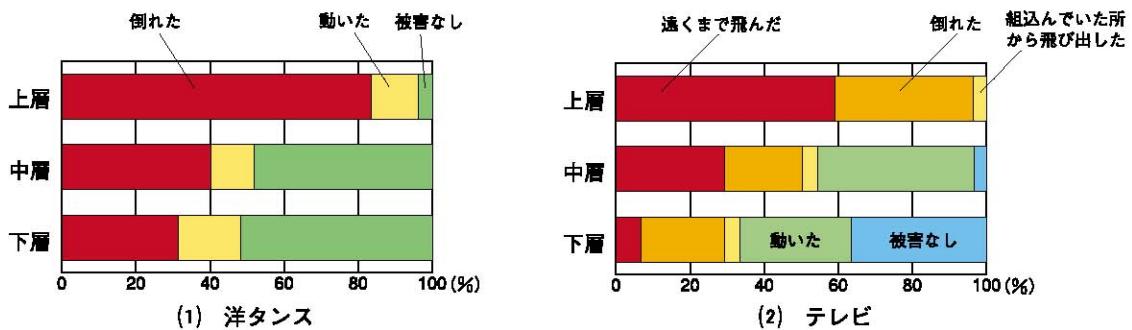


図15 階による被害の違い*

* 日本建築学会 阪神淡路大震災住宅内部被害調査報告書より

倒壊はしないけど危険がいっぱい……

最後に、震度と被害の相関関係を表にしてみました(表4)。皆さんのが心当たりのマンションについてご検討なさる場合の参考にして頂いて、大体転倒が2割を超えて3割くらいになつたら重傷程度の負傷は覚悟のうえというレベルで見て頂きたいのですが、食器類は震度5弱のレベルで落下しています。食器類は普段使わない特別な茶器など高価なものは別として、日常的に使うものまで留め金つきの食器棚にしまうのは大変です。少し強い目に引くと扉が開くバッテリー式の食器棚などもあって便利なのですが、やはりできるだけ物騒などころに置かないようにすることだと思います。ただ力ミさんからはあんたはいいけど私はどうする

のと言われました。

以上ですが、やはりマンションというのは、私が勤めていた会社でも大量に造ってきたので他人事ではないのですが、紹介したデータでもお分かりのように残念ながら地震に対しては、倒壊するかしないかという観点からはいんちきマンション以外はまず大丈夫なのですが、住み手としてあるいは使い手として考えると戸建住宅との比較ではきわめて耐震性が劣ると白状せざるを得ません。詳しくはJASOでまとめたマンションのガイドブックもありますのでご検討頂ければ幸いです。ご静聴有難うございました。

(2月21日、於：芝パークホテル)

表4 震度と被害の関係

家財	床応答震度				
	5弱	5強	6弱	6強	7
タンス・本棚・食器棚		約1割が転倒	2~4割が転倒	半分くらいが転倒	半分以上が転倒
冷蔵庫・洗濯機			約1割が転倒	2~4割が転倒	半分以上が転倒
AV機器・パソコン・通信機器・楽器		約1割が落下	1~2割が落下	2~4割が落下	半分くらいが落下
食器類	約1割の家庭で落下	半分以上の家庭で落下	ほぼ全ての家庭で落下		