２０１２－２０１３年版

減災技術豆知識

―生活と事業の継続に役立つサバイバル情報―

公益社団法人 日本技術士会
The Institution of Professional Engineers, Japan

はじめに

現下、我が国では昨年発生した東日本大震災からの復興、さらには今後発生が予想されている首都圏直下型地震、あるいは東海・東南海・南海地震（連動）による津波対策へと新たな取り組みが始まっています。東日本大震災からの復興と新たな激甚災害への備えを同時に進め、我が国の安全・安心な社会を築くことが今求められています。

東日本大震災でも改めて認識されたとおり、災害を防ぐ「防災」という考え方には限界があります。そのため、平常時に十分な備えを行い、いざ災害となればその被害を最小限に抑えて、事業や生活を継続させ、できるだけ早く発災前の状態に戻り、早期に、しかも経済的に復興を遂げる回復力（resilience）を得ること、すなわち「減災」が大切なポイントになります。

至極当然のことながら、災害が発生した際に最も大切なことは人命が損なわれないことです。ところが、誰しも災害が起こるまでは、「まさか命を落とさないだろう」と錯覚しているかも知れません。いつ何時起きても不思議ではない大地震やそれに伴う津波では、多くの人命が損なわれることが「これまでの被災実績に基づいて予想されている」ことを重く受け止め、その脅威に備える知恵が必要です。

分かり易い表現を使うならば「まず自分が生き残る知恵」を持つことが減災の基本と言えます。自身が生き残れたならば、他人を助けることが出来ます。他人を助ける人が増えれば増えるほど、共助が機能し回復力を発揮することができます。

私たち防災支援委員会ワーキングチームのメンバーは、「減災」の考え方をできるだけ平易かつコンパクトにお伝えするためのツールとして、平成２１年（2009年）から小冊子「減災技術豆知識」の編纂に取り組み、今回で4号目となります。

今回の2012-2013年版では、災害やリスクに関する情報の捉え方も含めて、地震を初めとする災害の脅威への処し方を考えるうえで参考になる題材を取りまとめました。

減災技術は多様かつ深遠です。それらの中から親しみやすいテーマも盛り込みました。タイトルを見て興味のある部分を、どこからでもお読みいただけます。気軽にお目通しいただき、日ごろの防災・減災に取り組む際のご参考にしていただければ幸いです。

この小冊子を手にした方が、日々の減災活動を行おうとする際に、何がしかのヒントやプラスの効果を少しでも得られたならば、私たちの小冊子作成意図は十分に発揮できたことになると考えています。

この小冊子によって、ここで取り上げたテーマに関する様々な議論が惹起されることで、人々の減災への関心がこれまで以上に高まっていくことも、編纂者一同大いに期待しているところです。

編纂者一同
2012年9月

目　次

１．減災に役立つ不正確情報　（藤田嘉美）　・・・・・　３

２．地震大火からの避難について　過去の大火に学ぶ！　（菊地　章）　・・・・・　９

３．首都直下地震に対するマンション住民のサバイバル方法　（山口　豊）　・・・・・１３

４．都心における減災　～地形図からリスクを知る～　（橋爪慶介）　・・・・・２１

５．災害時に生き残るのは運ではない（防災リーダーの役割）（上野雄一）　・・・・・２９

６．いのちを守る知恵と技術　（佐藤隆雄）　・・・・・３３

参考資料

2011.8～2012.8 の災害発生状況とトピックス　・・・・・・・・・・・・・・・・・・・３７

編纂者（執筆者、編集者）プロフィール　・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・４０

１．減災に役立つ不正確情報

Gray information is useful for the countermeasure of the physical damage and the health damage.

藤田　嘉美　Fujita　Yoshimi　（電気電子）

市民が脅威として認識している災害やリスクの情報は、新聞やテレビ・ラジオなどで得られる偏った報道内容に基づいて知覚されており真のリスクからは大きく乖離している。巷で報道されているデータの真の姿を紹介し、不正確情報の中から真の問題点を認知する手引書とするとともに、不正確情報下での減災行動のあり方について一考する。

キーワード：リスク認知、不慮の事故、要介護、プロスペクト理論、グレー情報

1.　日本人のリスク認知を知ろう

日本人のリスク認知の実態をアメリカ人と比較した研究成果からみてみる。ワシントン大学のクラインヘッセリンクとローザが報告[1)]した図１.は、恐ろしさをＸ軸、未知性をＹ軸としたリスク認知地図である。この図から、アメリカ人のデータ□は左下から右上へと分布しており、日本人のデータ■は左上から右下へと分布していることが判る。これは「恐ろしさ」のリスク認知で、アメリカ人の方が未知なるものを恐ろしいと感じ、逆に日本人は未知なるものには「知らぬが仏」の立場から関心を持たないという国民性があると解釈できる。

但し、今回の東日本大震災での原子炉事故後の被害状況と報道内容を眺めると、①住民に正しい知識がない［無知］、②専門家が情報を知っていても教えない［説明責任の欠除］、③災害情報に完璧を求める市民の責任、④グレー（不正確）情報を伝達しない行政や報道の限界など様々な問題点が浮かび上がってきたことが判る。　言い換えると、危険事象に「リスクに関しては言わざる」の態度で接する専門家（含技術士）や行政、報道の姿勢が、未知なるものを積極的に見て、聞いて、意見を言うアメリカ人に対して、ほぼ同一の恐ろしさを抱きながらも関係のない専門的なことは見ざる・聞かざるの態度で危険を放置する日本人像を育成してきたといえる。

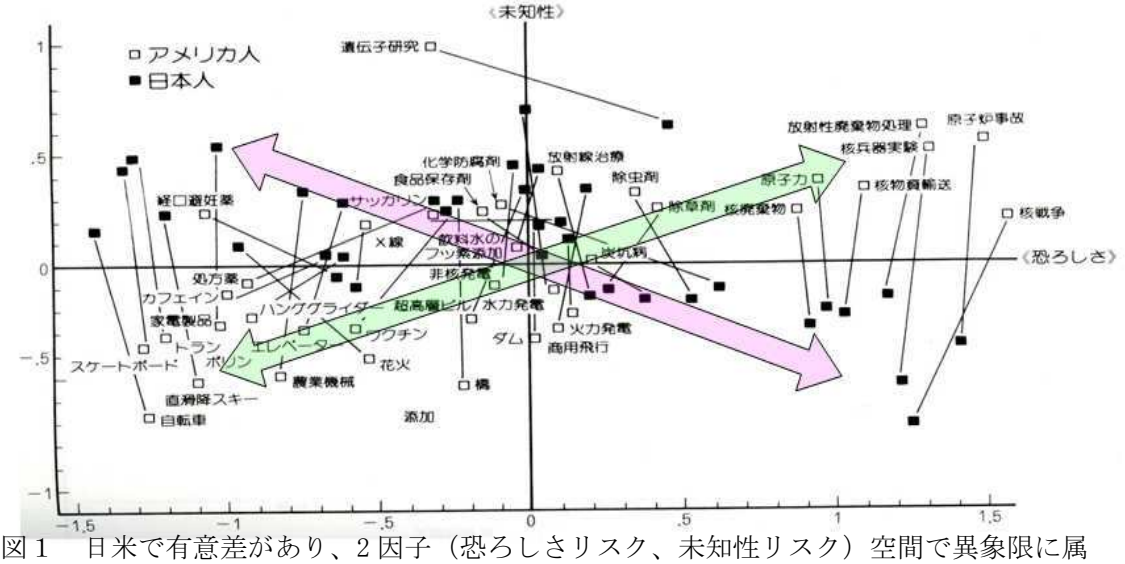


図１　日米で有意差があり、２因子（恐ろしさリスク、未知性リスク）空間で異象限に属するリスクの比較[1)]

２.専門家や報道が教えない情報　　―見ざる、言わざる―

ここでは、「住民に正しい知識がない」、「専門家が情報を知っていても教えない」、「報道等が説明責任を果たしていない。具体的な事例を示す。

2.1　不慮の事故（含む災害）で毎年４万人が死亡している実態を知ろう

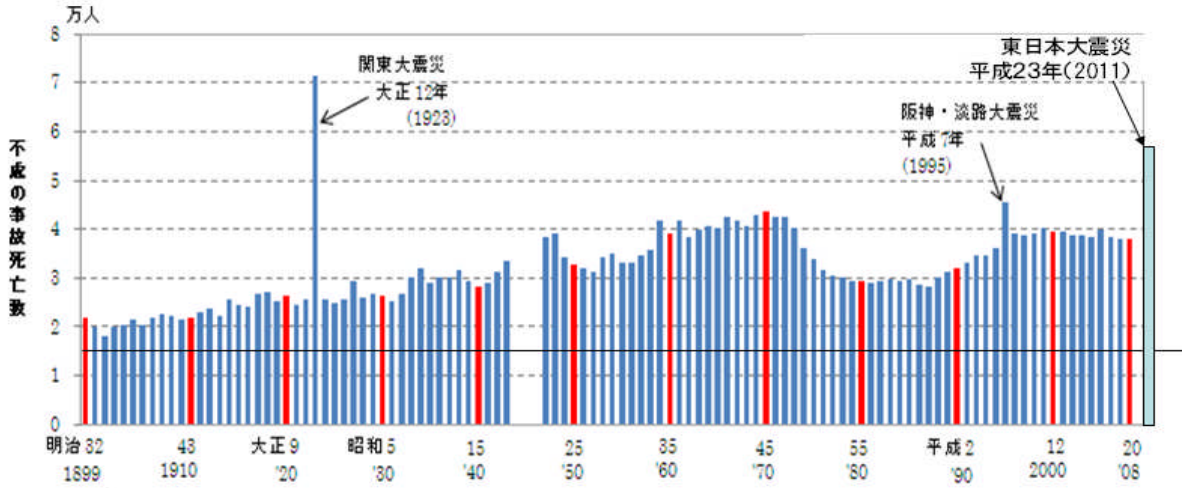


図２ 不慮の事故による死亡数の年次推移－明治 32 年～平成 20 年[2)]、平成 23 年加筆

災害を含む不慮の事故による死亡者数を過去にさかのぼって確認[2)]してみると、図 2.に示すごとく、過去１５年間は、ほぼ４万人弱で推移していることが判る。ちなみに、平成 20 年の不慮の事故として集計されている 38,030 人の内訳は、窒息（25%：9,419 人）、交通事故（20%：7,499 人）、転倒・転落（19%：7,170 人）、溺死（17%：6,464 人）、火災（4%1,452 人）、中毒（2%：約千人）※3）、その他（13%）となっている。　注）平成２０年の中毒者数については厚生労働省の統計に明確な数値の記載が無かったが他の資料より推定した。

2.2　妊娠中絶、喫煙、自殺による死亡者が毎年 40 万人いるという現実を知ろう

図３は、前述の 3.8 万人強が不慮の災害で亡くなっている平成 20 年の死因別死亡数を、総務省統計局による人口動態統計資料[3)]から筆者が加工集計し死亡数の多い順に円グラフにしたものである。

死因の第１位は高齢者の死亡（寿命）で全体の 40%（459,957 人）を占めている。もちろん本書で指摘したいことは、残る 60%の死亡原因である。

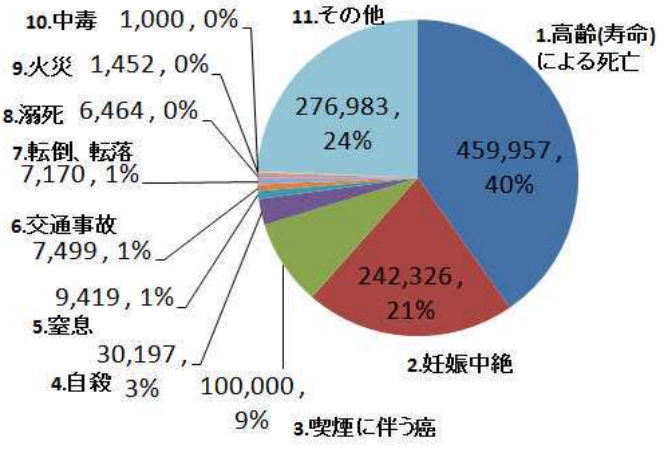


図３　平成２０年の死因別死亡数の割合[3)]

死因の第２位が妊娠中絶による死亡で全体の 21%（242,326 人）あり、死因の第 3 位が喫煙に起因する癌による死亡※[2] で毎年約十万人（全体の９％）も亡くなっている。さらに筆者にとって驚愕の事実である自殺者が第４位で全体の３％（30,197 人）を占めている。

以上、第２位から第４位までの死亡者数合計は約 40 万人になり、驚愕すると同時に少子化問題対策として取り組む必要性を感じる。この死亡者数 40 万人は近年ほぼ一定しており、記憶に生々しい東日本大震災の死者２万人の実に 20 倍の人々が毎年社会から消滅（死亡）しているのである。

＜注記＞1）高齢者の死亡数は、喫煙に起因する癌の人数※２）を除いた癌の死亡数と、高齢者の死因に多い心疾患、脳血管疾患、肺炎、老衰の人数を加算し 459,957 人とした。

2）喫煙に起因する癌（悪性新生物）の人数は、平成 20 年の癌による死亡者数：342,849 人の内喫煙に起因する癌死亡者数を統計値の３０％とし、本書では十万人とした。

2.3　高齢化と要介護支援者問題の違いを知ろう

新聞等で見かける高齢化のグラフ[4]が図 4 である。

2025 年に 65 歳以上の高齢者の割合が人口の 28%になる大変だ（何が？）というものだ。この図を良く見ると、大半の高齢（65 歳以上）者は、元気に生活しており、介護保険の対象となる「要介護者」は、2025 年時点でも全人口の 5.8%としか想定していないのである。しかも、このグラフは、2000 年の時点で想定したものなのになぜか 2011 年版厚生労働白紙に掲載されている。

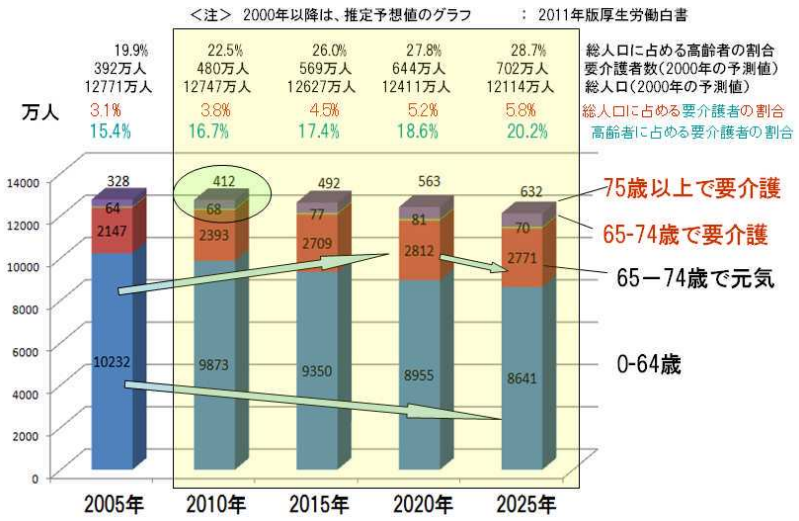


図４　日本人の人口推移と要介護者の割合　[4]

筆者が平成 23（2011）年の厚生労働白書の介護給付費実態調査月報から要介護者の実数を拾ってみると、2009 年は 328 万人、2010 年は 361 万人と増加していたものが、2011 年の実数は 345 万人と前年比で 16 万人減少している。2000 年作成の図 4 での要介護者推定値では、2010 年に 480 万人と予想していたものが実態値は 361 万人と実に 120 万人も少ないことが判る。ここで注目すべきは 2006 年 4 月に制定された「要支援者」の制度だ。2000 年に制定された要介護支援法では対象としていなかった 30 分/日程度の手伝いを必要とする人を支援する補助制度を制定し従来の要介護者支援数と合算した数値を厚生省は発表している。この要支援者数は 2010 年に 126 万人おり、要介護者の 361 万人と合算（361＋126）すると 487 万人と見事に 2000 年時点の

想定数値約 480 万人と合致する。介護行政に経費的な負担の無い「要支援者」という区分を 2006 年に作成し、要介護支援者の実数でもあるかのように「要介護者＋要支援者の合計数」が現在の白書に堂々と掲載されている。

2.4　交通事故死傷者数の実態を知ろう

前記の発表手法は、警察庁が発表している交通事故の死亡者数が年間に 1 万人強（図５・総務省の統計数）いるにもかかわらず、事故当日の 24 時までに死亡した数値を死者数として集計する仕組みを活用して、医学の進歩による延命効果を最大限に利用することで、昨今の交通事故による死亡者が 7 千人弱と大幅に減少しているかのごとく発表しているのと同じやり方である。

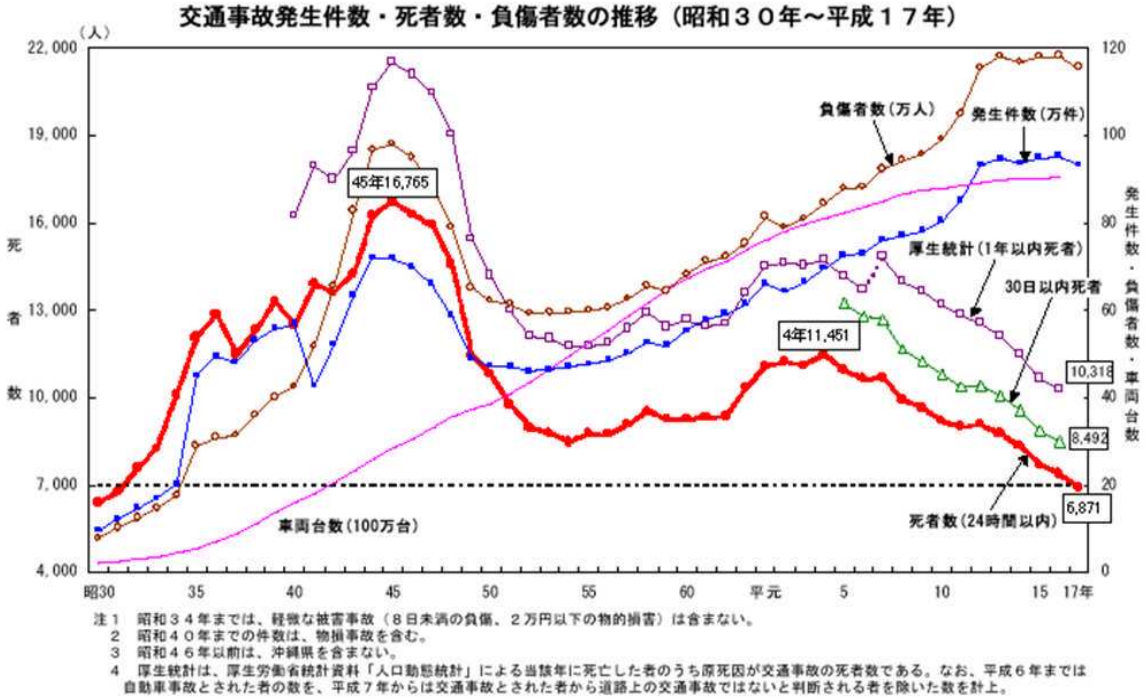


図５　交通事故発生件数・死者数・負傷者数の推移 [5)]

３．専門家（報道）が伝えない情報　　―言わざる、聞かざる―

3.1　放射線障害の危険値と乳幼児・妊婦の危険値を知ろう

東日本大震災での原子力発電所の事故で一般国民が事実を知ってしまった放射線とは、高速粒子線（宇宙線やα、β線等）や波長が三千テラヘルツ（THz）を超える電磁波からなる放射線（正式には電離放射線）のことで、人間の体を通過する能力があることから病気の診断（Ｘ線）や癌の治療（γ線）に用いられているが、体の中を放射線が通過する際にほぼ６年周期で入れ替わる約 60 兆個（体重 60kg の場合）の細胞の一部が死滅して再生不能の状態（放射線障害）になるということが判っている。人体に有害な曝露量については、ＩＣＲＰ（国際放射線防護委員会）やＩＣＮＩＲＰ（国際非電離放射線防護委員会）が、危険値と判明した値の 1/10 を基本制限値とする「職業人」と 1/50 を基本制限値とする「公衆」に分類して公表している。正式な規

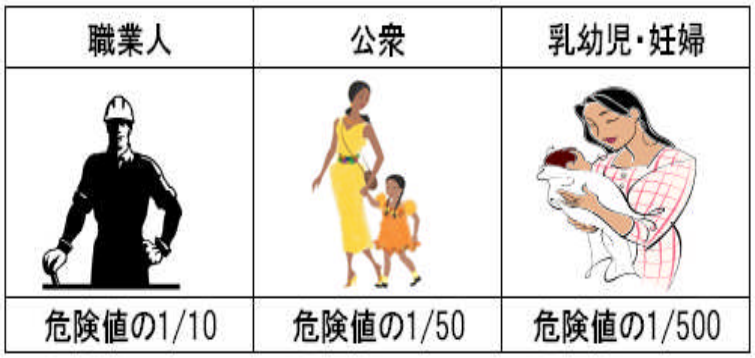


図 6　基本制限値の区分に乳幼児・妊婦の区分を付加

格として世界で認められている曝露制限値の対象者区分は、成人男性を対象とする「職業人」と婦女子を対象とする「公衆」の二区分しかないのですが、西欧の先進国では、子供、病人、老人、妊婦などには、「公衆」の曝露規定値の 1/10～1/500 の値を適用している。

3.2　安全重視の立場、手順を守ろう

欧州では、人間重視、安全重視の立場から RoHS（電気電子機器に含まれる特定有害物質の使用制限）指令のように「まず疑わしきものは禁止する」、「その後に対応策を制約の中で考える」という立場や手順がとられている。これに反して日本国内では、放射線や電磁波曝露による健康被害については、「科学的に 100%被害は証明されていないグレー情報であり、且つ欧米人と日本人は人種が異なり影響度も違う」という立場で、「目に見えないので不安が増長されすぎている」、「風評被害のほうがより恐ろしい」という論調の報道や専門家？の発言が多く、日本国内で明確なる死亡事例が出ない限りは危険であるとの認定を下さないのが実情である。

4.　グレー（不正確）情報の扱われ方

4.1　災害（事故）報道とグレー情報の違いを知ろう

2011 年 3 月 11 日に発生した東日本大震災の事故報道をみると、放射性物質の拡散方向などを予測する緊急時迅速放射能影響予測ネットワークシステム［スピーディ］の計算結果は、入力データ不足のため計算結果はグレー（怪しい、不正確）だとして 1 ヶ月近くも公表されなかった。

同様の事例は、2012 年 4 月 13 日朝に北朝鮮のミサイル発射情報の発表の際にもあった。米国の早期警戒情報から入手したデータは無視して、発射の発表が 40 分以上遅れた。

前述のような放射能が漏れて被害範囲が拡大する可能性があるとか、ミサイルが着弾して死傷者が出るというような、被害（損失）結果の大小を比較判断して意思決定するときには、プロスペクト（確率認知）理論のギャンブル的認知バイアスが働き、被害結果を予測して発表するより、被害結果が確定してから発表した方が、損失（被害）が小さいという

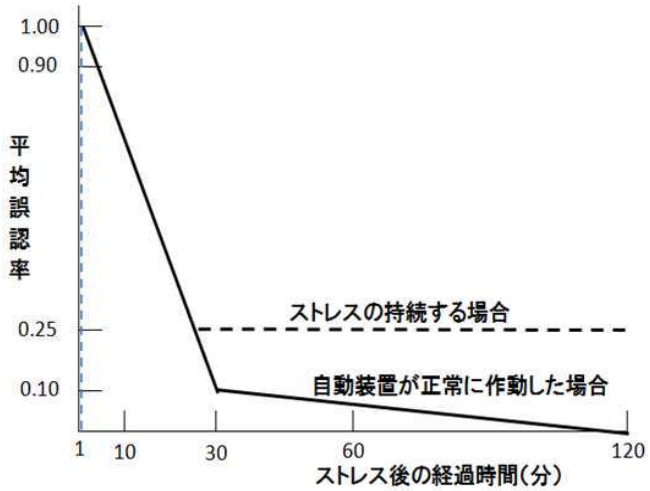


図 7　重大なストレス後の平均過誤率の時間経過

リスク心理学で公知の結果から判るとおり、重大事態であればある程即時報道は無いのである。

さらに、図 7 に示すごとく、重大なストレス後に正常な判断ができるまでの所要時間は、最初の 1 分間は 100%誤った行動が 30 分後には 25%程度まで回復するという実験結果[6]から、人間の判断や介入が必要な作業は緊急事態発生 30 分後以降にしかできない、いやするべきではないというのが社会心理学の常識である。つまり今回のような重大な故障や事故の判断は自動的に対処・広報するようにすべきで、現在のような人間の意思決定や判断が介入する発令方法では、危機事態が起こった 10～30 分後にしか対処できないことは自明の理である。

4.2　グレー（不正確）情報下での減災行動を修得しよう

最後に、社会学の学問的認識[7]として、「災害に関するグレー情報の公開によってパニックが起きたことは無い」ことが常識であるにもかかわらず日本の行政やマスコミは災害に関するグレー情報は「パニックをおこす悪情報」との意識が依然強く残っている。このことは、行政機関やマスコミに対して何が何でも正確な情報を求める（ゼロリスク要求）市民側の姿勢にも問題がある。

事故や災害が起こった時、国や企業の社会的責任だけを問題とするのではなく、住民・市民としての社会的責任、個々の人間としての社会的責任にもっと注目すべきだと考える。

安全は環境差、個人差で異なることから、大規模災害発生時点では、得られる全ての情報を市民に即時・公開することが減災行動をとる上で最も大切であり、市民自身も得られた全情報の中から個別・主体的に判定し、「正しい、グレー、誤り」の情報として取捨選択して判断・行動ができるように「報道の裏側にある真実を見て、異なった意見の人々と常日頃から議論し、少しでも安全が疑わしいと感じたら報告し改善する」という安全文化を日々熟成するサイクルを回すことが大切で、結果として国民全体の防災意識が高まり、各自が想定される事態への対応策を講じ、想定外の危機が発生した時でも、各自の置かれた状況、立場を判断し、利用可能な情報や資源を最大限活用して最適な減災行動がとれるよう常日頃から減災の為の訓練をしておくことが大切である。

＜参考文献＞

1）認知地図、Kleinhesslink & Rosa ,1991

2）厚生労働省の統計・不慮の事故による死亡数の年次推移　―明治 32 年～平成 20 年―

3）総務省統計局による平成２０年の人口動態統計資料

4）2011 年版厚生労働白書、日本人の人口推移と要介護者の割合

5）警察庁交通局、交通事故発生件数・死者数・負傷者数の推移（昭和 30 年～平成１７年）, 2006

6）黒田 薫、1986 年、航空機における緊急状況下の人間の心理と行動、社会心理学研究、１（２）

7）中谷内一也、1998a　ゼロリスクの結果の価値に関する研究　心理学研究 69(3)

2．地震大火からの避難について　過去の大火に学ぶ！

Refuge from Great Fires Immediately after the Earthquake　Learning from the Past Conflagrations ！

菊地　章　Akira Kikuchi　（建設部門）

3.11 以来、首都圏周辺の切迫予測地震による震度が見直され震度 6 強、7 に上方修正された。東日本大震災では、過去の歴史に残る大津波の教訓が残念ながら生かされずに甚大な被害を被ってしまった。今、上記大地震が起った時に最も懸念される災害は地震直後の大火が予測される。そこで、過去に人が経験した関東大震災などの大火での甚大な人的被害からの教訓（避難）を生かし、今の都市生活の実態を鑑み、再び忌まわしい被災を繰り返さないために、そこに潜在するリスクを認識し、その脅威に備えるためのシナリオづくりの検討材料について述べる。

キーワード：震度 7 の脅威、過去の大火の実態･教訓、都市生活の潜在リスク、避難

1．はじめに

身近な主な大火として、東日本大震災、阪神大震災、関東大震災、東京大空襲等が思い浮かぶ。特に関東大震災、東京大空襲の大火では、甚大な人的被害を被った。今、巨大地震が発生し、我々の居住地に同様な大火が起ったら、どのような事態が想定されるか、二つの大火の被害実態の記録から「地震火災が大火へ拡大するメカニズムと人的被災の係り」を推測整理する。それを踏まえ、現在の都市社会に潜在するリスクが何に触発されて顕在化し、大火に拡大し、その過程で起こると思われる最悪の事態に、取り込まれない為に我々はどう行動すれば良いか！　ここでは、特に、密集市街地における“危険から逃れる術すべ”を思い立つ動機付けとなる材料について考える。

2．過去の大火とその被害の実態とそれを引き起こした要因

2.1 最悪の事態を引き起こした大火の概要と被害

主な大火	発生時期	起因概要	被害規模
関東大震災	1923 年 9 月 1 日 午前 11 時 58 分頃 *火災の鎮火：9 月 3 日午前 6 時(鎮火までの時間:42 時間)	震源:相模湾南西部海底 東京市南方約 100 km プレート型地震 マグニチュード 7.9 震度 7,6 強程度の烈震 同時多発の出火:134 ヶ所 火災旋風が発生	東京市の全戸数 483,000 の内 全焼:390,924 戸(約 80%) 半焼:　239 戸 焼失面積: 10,485,474 坪(43.5%) 死者･行方不明:68,660 名(圧死/溺死含) 重軽傷者：26,268 名
東京大空襲	1945 年 3 月 10 日 空爆：0：07～2：40 *火災の鎮火：当日午前 6 時頃(約 6 時間)	戦争:夜間空爆 B29 戦闘機,爆撃目標(浅草区他 4 地区)への焼夷弾 同時多発市街地火災 大量火炎･煙が高所に上り,西からの烈風に吹飛ばされ火災が拡大	東京市の全戸数 1,008,000 全焼 267,171 戸(約 25%) 死　者:68,660 名 下町全域東の荒川迄焼け残す地域なく焼失
阪神淡路大震災	1995 年 1 月 17 日 午前 5 時 46 分 *火災の鎮火：地震発生から約 15 時間	震源:淡路島北部　直下型 マグニチュード 7.3、震度 7（神戸市を中心とした阪神地区及び淡路島北部と帯状）同時多発出火：293 ヶ所	焼失棟数 7,534 戸 死　者:6,434 名(発生直後 14 分以内に 9 割強が死亡) 負傷者:43,792 名
東日本大震災	2011 年 3 月 11 日 午後 2 時 46 分頃 地震発生当日：95 件 (31%) 4 日目迄累計 248 件 (82%) 2 日目以降多い,津波起因	震源:三陸沖,3 つの断層巨大破壊 プレート型地震　マグニチュード 9.0（観測史上最大）震度:6 強 津波に起因する人的物的被害甚大、福島第一原子力発電所事故	津波死者:15,854 名 行方不明:3155 名　(一周年時) 地震火災：134 件 津波火災：177 件　計 311 件 火災による人的被害:死亡は微小

※東京大空襲は、密集市街地での震災大火の本質的なメカニズムが共通すると考え資料とする。

2.2 関東大震災、東京大空襲の大火が引き起こした被災の実態を整理　「被災から“教訓！”」

大火の実態を三つの要因、図-1、図-2、図-3 に大別し、その要素、事例を整理する。

下図の事例凡例　：(A)は関東大震災、(B)は東京大空襲　　※参考：参考文献 1)、2)

大火になる延焼要因　　図-1

①同時多発の出火（出火要素）
・出火原因：竈、七輪、薬品(A) 焼夷弾(B)
・烈震パニック⇒火元不始末(A)
・攻撃目標の 4 地域への焼夷弾無差別投下(B)

②飛び火、輻射熱、熱風、火炎（延焼媒体）
・飛び火出火(A) (B)　100 ヶ所(A)
・熱せられた熱風が，ついで炎の壁が上空を吹く風と同方向に吸い寄せられるように移動し，火災地域を拡大(B)
・密集地区では大気中の蒸気が非常に熱くなったため，炎本体が到達する以前にその熱気で家並みがすっかり焼失（魚焼き器の原理）(B)

③燃え種拡散･防火部位破壊（被延焼要素）
・家屋の倒壊･破損(A)
・避難者の路上，避難所への携行荷物（大八車等での家財）への引火，火勢をさらに上げた(A)
・耐火建物の防火部位と開口部が破壊(A) (B)
※熱風で割られた窓や通気口から燃えさかる炎が建物内に侵入，**耐火建物は巨大なオーブン化**(B)

④家屋密集地域（被延焼要素）
・隅田川を挟む西側東側は人口密度の高い居住地域で下町の建物密集地(A) (B)
・殆どの住宅は瓦ないし板葺の木造二階家，外壁は杉板に竹とか漆喰で覆われていた(A) (B)
・多数の木造長屋が密集，低水準住宅が定着(B)

延焼助長要因（気象･放任火災）図-2

①火災発生と同時に風が激しさを増す
・当初は 10～15m/s の強風、
日没～23 時頃までに風速 26，27m/s の烈風(A)
・午前 0 時 4．7，1 時 7．5，2 時 9．5，3 時 12．7，最大瞬間風速 25．7m/s（AM2 時 54 分）に達した(B)
・火は風を呼び，風は火を生む「火事嵐」発生
・134 ヶ所の出火が強風に煽られ巨大な火系に(A)

②大気環境へ変化⇒高温化、極端な乾燥
・大火は大気を高温化させ，極端な乾燥状態を造り出す(A) (B)
・大火のおびただしい火炎によって大量に発生した熱気が煙を高所に押上げ，西からの烈風がそれを吹き飛ばす(B)

③複数の大火系の出現（火災旋風含む）
☆最も速い火系の速度：毎時 800m 以上
・炎と炎が合流し大火系になる(A:市内 58) (B)
・同じ地区（神田）に火炎が 4 回襲った(A)
・堤防沿家屋の炎上した熱風を川岸に送込む (B)
・火災旋風が発生(A)
本所被服廠跡空地ほかの避難場所

④消火活動が無力化し　放任火災に！
・消防署の消火活動殆ど機能せず(A) (B)
震災による道路事情の悪化、
同時多発火災と猛火に対応しきれず
・水道の杜絶、停電(A)

大火による焼死等犠牲者拡大要因　　図-3

避難所の防火性能の見極めミス　⇒密集市街地の耐火建物、防火性能不足の公園･空地
・**耐火建物の巨大なオーブン化**(B)　☆本所区二葉国民学校での数千人焼死被害，他の耐火建築でも繰り返された
・避難所がどこも満杯になった(A) (B)
・被服廠跡空地避難場所での**火災旋風**で 3 万 8 千名の焼死，窒息死の被害(A)
・避難場所がどこも満杯になった(A) (B)

逃げ遅れ、避難のミス　⇒飛び火，熱風，火事嵐，大火系の渦中に取込まれる
⇒火災の燃焼作用からの酸欠、大量の煙一酸化炭素による窒息
・荷物を携行する避難者が逃げ惑い，迫った火が次々引火，人々は燃えさかる荷物に逃げ道を塞がれ焼死(A)
・一般市民は家財に執着して避難を躊躇っている間に猛火が迫り逃げる機会を失った(A)
・戦時中「市民は外に出ず，我家を守れ！」通達で，危険承知で義務感からギリギリ迄家に留まろうとした(B)
・逃げる道筋で，路面が熱くなり，どんな小さな火の粉でも衣服に付着するとすぐに発火，頭から焼かれなかったら人々は足元から焼かれ焼死(A) (B)
・火系に囲まれ，火の粉が一斉に避難空地にふりかかりはじめると，一瞬に家財や荷物が燃え出す，そのうちに烈風が起こり，逃げ遅れて酸欠/煙に巻き込まれ窒息焼死，又川岸辺･池淵では入水し溺死　(A) (B)

パニック化　⇒生存競争：弱者が犠牲
・避難所の安全が破壊し，満杯の人々が恐怖で気が違い，我先の行動をとる
事例：本所被服廠跡地ほか(A)。浅草寺，明治座，言問橋ほか(B)

3．震度 7、震度 6 強の揺れ直後の地震大火による甚大な人的被害が懸念される。

2012.4 東京都の発表のおける首都直下地震の被害想定（冬夕方 18 時、風速 15m/s パターン）では、火災要因による人的被害想定死者数は全数約 11，000 人の 57%、6，200 人を占める。

首都圏は関東大震災、東京大空襲以来大火に見舞われてない。都市の様相は、当時と比べると「人口の集中」「密集市街地化」「木造から防火･耐火造化そして高層化」「車社会の発展」及び「ライフラインの完備」、又「原材料の石油化学製品等への変化」など、法的な規制整備を伴いながら変化している。しかし、そこには、変化に伴う新たなリスクの内在が考えられる。

3.1 地震起因の同時多発出火による市街地大火（関東大震災級）の懸念!!

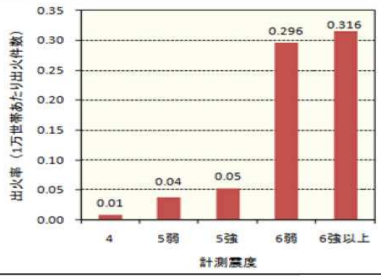
下記資料グラフから震度 6 弱以上に、出火件数が急増し、同時多発出火が予測される。

参考資料

地震に起因する火災に対する震度と出火率の傾向

地震に起因する火災に着目すると、震度が大きくなるに従って1万世帯当たり出火件数の比率は大きくなる。特に震度5強と6弱の間で急激に値が大きくなっている。出火率の値自体は1995年の兵庫県南部地震に比べて小さいものの、震度6弱以上では出火率が急増するという傾向から、揺れが大きい場合の出火危険性については、引き続き注意が必要である。

「清水建設の東北地方太平洋沖地震関連技術レポートの火災被害の概要」から



3.2 巨大地震直後、現代都市に潜在するリスクが顕在化する

消防用等の防災設備や建物本体及び非構造体部の破壊損傷、ライフライン等の機能が停止、車渋滞もあり都市機能が麻痺する。図-4、-5 は阪神淡路大震災でのリスク顕在化の実態を示す。

図-4　阪神淡路大震災：神戸市内被害状況

消防用設備等の種類	被害率(%)	階数別　被害率(%) 21～25 階建て
ｽﾌﾟﾘﾝｸﾗｰの設置	40.8	100
防火戸	30.7	67
屋内消火栓設備	23.7	80
自動火災報知設備	20.1	―
自家発電設備	16.0	―

※消防予第 272 号平成 20.10.21 付属資料, 消防研究ｾﾝﾀｰ室崎益輝著地震直後の高層建物の火災安全性から

図-5　耐火造建物のリスク

地震時⇒耐火造は出火, 延焼(隣家/全館)リスクが増大

・出火率：木造の 8 倍
・隣家延焼率：21%　平時の 6 倍
☆耐火造の建物も延焼拡大の媒体
事例：窓等開口部に加え, 延焼防止機能の外壁が破損して延焼拡大
・火災が瞬時に全館に拡大
☆複数防火区画の機能不全大規模燃焼構
⇒造骨組に重大影響⇒崩壊危険

3.3 都市へ人口集中、昼間人口増加が顕著、人的被害の懸念拡大。

地震直後、人は街に溢れ、大量の帰宅困難者が発生、2 次的災害の地震火災に晒される。

図-6 東京都の 1922 年当時と現代の人口比較と昼/夜人口の差

東京都人口推移	関東大震災前年 1922 年	東京大空襲前年 1944 年	現代 2005 年	東京都昼/夜人口	昼間人口	夜間人口	昼・夜の差
東京都の人口（人）	398.42 万	727.1 万	1257.66 万	全体	1500 万人	1242 万人	258 万人
				区部	1128 万人	835 万人	293 万人

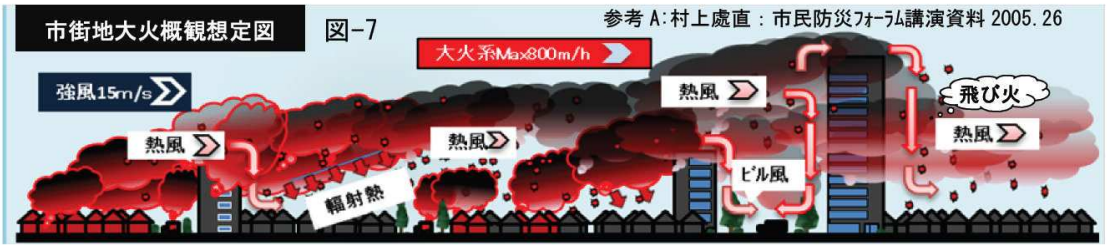
※東京都の人口推移：東京都総務局統計部「東京都の人口（推計）」※昼・夜人口：平成 17 年国税調査, 東京都総務局

3.4 密集市街地における大火（放任火災）による人的災害の拡大が懸念される。

◎市街地大火外観を下図に想定。(2.2 項図-1, -2 等から推測)“耐火造・超高層も火災の危機！”

市街地大火概観想定図　図-7

参考 A：村上處直：市民防災ﾌｫｰﾗﾑ講演資料 2005.26



危!!　広域大火は同時多発出火から複数の大火系に発達、局所的に火事場嵐・火災旋風が発生！

危!!　1906 年サンフランシスコ地震火災時、焼け落ちない高層ビルがあるため火柱が起った！(参考 A より)

4．過去と同様な事態（2.2 項）を密集市街地に想定と「避難への行動規範」検討テーマ。

地震時、東京都区部の大火の可能性が高い危険な密集市街地(図-8)では、3.2 項の現在都市のリスクが顕在化し、既述 2.2 の図-1 延焼要因さらに図-2 延焼助長要因が再現し、上図大火渦中(図-7）に取込まれる懸念がある。その事態の想定、回避策、課題について下記に述べる。

火災危険度の高い地域の分布エリア（赤太線囲い）

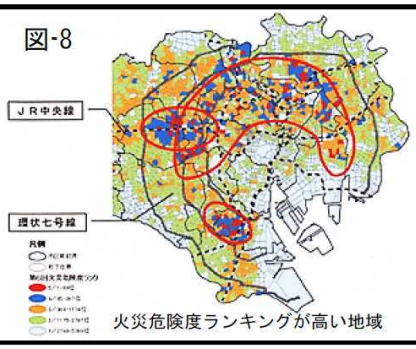
右の図に示す通り，危険度の高い地域は，木造建物が密集している地域に多く，区部の環状七号線の内側を中心にドーナツ状に分布するとともに，JR 中央線（区部）にも分布している。
具体的には，杉並区東部から中野区，豊島区，北区，荒川区，足立区南部，葛飾区西部，墨田区北部に広がる地域で，また品川区南西部に広がる地域でも危険性が高くなっている。

総合危険度の高い地域の高い地域の特徴！

- *敷地面積が小さい老朽木造建築物が多い地域*
- *行止り通路や幅員 2m 程度の通路が多い*
- *幅員 4m 未満の道路が多い地域*
- *接道条件を満たさない建築物が多い地域*

※参考文献：3）を参照

図-8



火災危険度ランキングが高い地域

(1) 過去の起きた事態（図-1、2、3）の再発を想定、そこからの危険回避策を検討する。

犠牲者拡大要因	地震大火の脅威事象	左記回避策の検討事項
大火渦中における**耐火造，高層/超高層建物の避難所/待機所への過信！**（図-3，-7 参照）	破壊された開口部等から熱風，炎が建物内に侵入，**巨大なオーブン化！** 避難・待機所の安心/安堵感が絶命危機に急転、避難民が**パニック化！**	密集地内耐火造は，**一時避難/待機所**に過ぎず**残留は危険！** 2 段階避難先へ ***「逃げ遅れ・避難待機ミスの回避」***（図-3 参照）
大火『飛び火・熱風・火事嵐・大火系の渦中』に**取込まれる迄逃げない感覚！**（図-3，-7 参照）	火炎，輻射熱，熱風，化学物質の煙を含む大量の煙に取り込まれての一酸化炭素・有毒ガスによる**窒息**，火災燃焼作用の**酸欠，焼死！**	同時多発出火⇒延焼，放任火災地区の**危険予知！** ***「情報収集策」「初期時点（一時間位）状況判断→逃げ遅れ回避」***（図-3 参照）

(2)「避難」についての留意点とその要件　※参考：防災街区整備地区計画作成技術指針

「避難」留意点	「避難」に関する要件
避難ルートは，一定時間内に地区外への避難⇒**避難路**若しくは**避難上有効な空間**と有効に接続が可能である	・避難路　⇒幅員 15m 以上の道路又は幅員 10m 以上の緑道 ・避難上有効な空間　⇒市街地大火になった際の安全性は，**人体に影響を及ぼす熱量（2,050kcal/㎡ h）未満**になるまで火炎から離れることによって確保される。又，**建物等の遮蔽物がない**空地の場合，**200m 以上離れる**ことによって安全性が確保される。都内地区残留地区も有効
広域避難場所（避難場所）の面積は**10ha 以上**	・**広域避難場所**は**総合公園**に対応し、**一時避難地（1ha 以上）**は**近隣公園**に対応している。面積が不足する場合は，周辺が不燃化され安全性の確保
避難路沿道の安全性の確保	・両側が**耐火建築物、倒壊した**建物工作物が道を塞いでない ・**車の渋滞**道路危険!!**車が炎上し次々と延焼し、導火線状態**が想定される
避難の勧告・指示、避難誘導、避難方式、避難経路、**地力避難**	・東京都地域防災計画「**避難**」　⇒**避難勧告後，一時集合場所に集合**した避難者を適切に編成し，**避難場所へ**の避難を**区市町村，警察庁，東京消防庁の誘導**のもと避難という体制。一時避難場所までは**住民の地力による避難。** ※避難場所等の概要/東京都都市整備局を参照

(3)「避難」のための個人レベル（会社待機者，帰宅困難者，地元避難者）地力行動規範づくり。

火災下での耐火造は熱には強いが人を護らない、放任火災予測地区からの一刻も早い脱出が急務。現下では、事前の「避難のための地力行動規範づくり」が唯一の回避策と考える。しかし避難判断材料となる「リアルタイムな危険場所情報」の確保という難題を抱えている。

５．終わりに

人はいつ何処で有事に遭遇するか分らない。過去の大火犠牲者拡大の主因は「逃げ遅れ・避難ミス」であった。火災では逃げ遅れが命取り、避難指示・誘導待ちでは、時として逃げ遅れになる。一般火災でも、逃げ遅れ原因の死者数が 55.8%を占めている。今のカーナビは道路渋滞を避けて目的地まで誘導するが、未だそのような危険回避誘導ナビ技術はない。地震火災では、「逃げる」「避難」が現下において、最も有効な減災策と考えられる。過去と同じ轍を踏みたくない。

〈参考文献 〉

1）文春文庫　関東大震災　著者　吉村　昭　　文芸春秋
2）光文社 NF 文庫「東京大空襲」B29 から見た三月十日　著者 E・ﾊﾞｰﾄﾚｯﾄ・ｶｰ　翻訳大谷　勲
3）東京都都市整備局市街地整備　地震に関する地域危険度測定調査（第 6 回）報告書（平成 20 年 2 月発表）http://www.toshiseibi.metro.tokyo.jp/bosai/chousa_6/home.htm

３．首都直下地震に対するマンション住民のサバイバル方法

Condominiums Residents' Survival Measure against the Hypothesized Earthquake beneath Tokyo Metropolitan Area.

山口　豊　Yutaka　Yamaguchi　（建設部門）

今後予想される首都圏の大規模地震に対して、マンション住民の生き残るための自立対策の準備が絶対に必要となる。東日本大震災や過去の被災事例を参考に防災への取組み課題を検討した。

キーワード：耐震化、家具類落下･転倒、避難路確保、備蓄品、自立化、コミュニティ形成

１．はじめに

マンション は、その利便性や機能性から現在、東京、埼玉、千葉の 3 県で合計 300 万戸、約 740 万人が居住している。東日本大震災では、崩壊被害はなかったものの、上下水道、電気などの被災で多くのマンションから避難者が発生し、避難所への収容は大きな問題となった。マンションが大型化、高層化することにより、地震災害のリスクは大きくなると予想される。1997 年に「高層住居誘導地区」が議決され、東京都心部、湾岸地域などに 20 階以上の超高層マンションが急増している。マンションが大型化、高層化すると地震災害のリスクは高まると考えられる。ライフラインの設備機器が直列に繋がっているため一箇所の不具合の発生でも全体機能に影響するからである。

切迫する首都直下地震に対して、先ず、自分のマンション建物の構造上の問題を把握することが重要である。立地地盤、建築年代、構造などに耐震上の弱点がないか検討が必要である。そして、過去の地震災害から、マンションの地震防災上の重要な課題となる以下の四つの課題について、居住者が生き残るためのサバイバル方法を検討してみる。

①家具類の落下・転倒防止、②避難路の確保、③備蓄品の準備、④コミュニティ形成

２．重要な耐震化の推進

建物被災事例から検討すると、地盤条件、建築年代、構造的問題などが地震被害に関係する。それぞれ、簡単にそのポイントを見ておく。

地震の揺れは地盤との関わりが強く、地盤固有周期とマンションの固有周期が共振し、揺れを増幅させる。被災事例では地盤の良い山手側の建物被害は少なく、地盤の悪い地域で被害が多く発生している。

地震被害に対応して、建築基準の改定を行っている。1971 年と 1981 年に建築基準が大幅に変わった。1971 年改定（旧基準）では鉄筋コンクリート構造物の柱の帯筋が強化され、1981 年（新耐震基準）で震度 6 強以上の地震に対して、大破や崩壊をさせないで命を守るように改定さ

れている。それ以前に竣工したマンションは、現行基準に比べて耐震性能が劣るため危ないマンションである。

構造的に被害の多いマンションは、１階部分が駐車場や商店に利用された独立柱の壁がないピロティ形式のものである。崩壊の大半がこのタイプである。地震動による横からの衝撃と建物の重さに耐えられず、独立柱の鉄筋を束ねる帯筋が破断し圧壊している。また、壁が少ない複合用途型では、中間階が崩壊している。上下階の構造上のバランスの悪さ、耐震壁の少ないのが原因となっている。また、エキスパンションジョイントでつながれたＬ字型やコの字型等の連担棟タイプのマンションでは、建物の揺れの方向、周期が異なり、互いにぶつかり大きな被害が生じる。エキスパンションジョイントはゆれの違いを緩衝する。しかし、連担する建物が傾き、衝突すれば渡り廊下が被災し、落下するなどにより避難が難しくなる。

国土交通省が実施した平成 20 年度のマンション総合調査における耐震診断の実施状況は、耐震診断を行ったマンションが 16.9%、実施していないマンションが 75.3%もある。

マンションの耐震化は地震国日本に住むためのサバイバル方法の基本的な課題である。そのため、耐震化していないマンションでは、耐震診断を第一歩として、問題があれば、マンションの耐震改修や建替え等による耐震化に取り組む。マンションの耐震化については、区分所有法に基づいた決議に向けて、区分所有者間の合意形成を段階毎に図りながら進めていく必要がある。

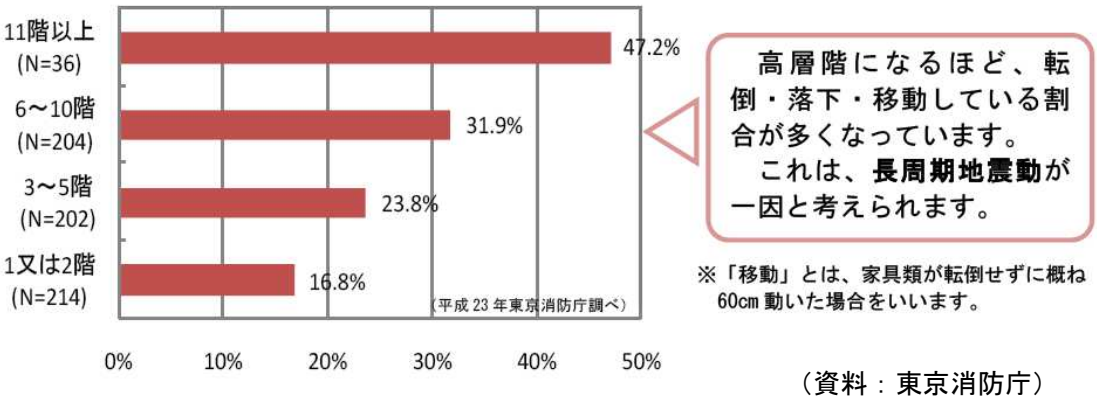
３．マンションの地震被害から見た生き残りのための四つの課題

3.1　家具類の落下・転倒による被害

1995 年に発生した阪神・淡路大震災では死者は 6,434 人に及び、直接死の 71%が家屋の倒壊や家具等の転倒による圧迫死（窒息･圧死） によるものであった。負傷者数は約 4 万 4 千人で、その多くは家具類の転倒、家屋の崩壊、落下物などによるものである。

近年の地震発生による負傷者の 30～50%は家具類の転倒･落下あるいは移動によるもので、これは火災発生の原因にもなっている。東日本大震災時の都内の家具類転倒･落下の割合を次図に示す。高層階になるほど転倒･落下や移動の危険性が高くなっている。しかし、転倒･落下防止の都内の実施率は 35%と低く、東京都は 3 年間に 60%に高める予定である。

都内における階層別の家具類の転倒・落下・発生割合



（資料：東京消防庁）

3.2　避難路の確保

玄関ドアの確保は、避難や救助活動に非常に重要である。ところがマンションでは共用廊下側の壁が少なく、壁があっても窓や扉などの開口部が多いため、壁の耐震効果は小さく地震時には廊下の壁にひび割れが生じ、玄関ドアが歪んで開閉困難となる被害が数多く発生している。2005年の福岡県西方沖地震（震度６弱）では、「新耐震設計法」による完成後 4～7 年の比較的新しいマンションも玄関ドア開閉不能の被害が多数出た。東日本大震災ではマンションの倒壊や建物主要構造部の大破はゼロであったが、多くのマンションで外壁の亀裂や玄関ドアの損壊、エキスパンションジョイント部の破損、エレベータ（ＥＶ）停止、マンション敷地内の立体駐車場の被災と車両の落下などの被害が発生した。大規模の地震時には、住民は本能的に戸外への避難行動を起こす。玄関ドアやエキスパンションジョイントなどの損傷があると避難路の確保が難しくなる。

写真１　非構造部材破壊で開閉できなくなった玄関ドア

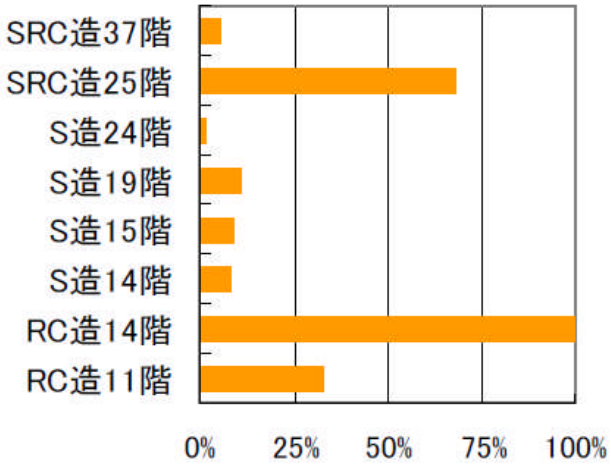


図１　阪神・淡路大震災のマンションドア開閉困難の割合(横軸)

資料）「2005 年福岡沖地震によって提起された中高層マンションの都市地震防災上の問題点」日本建築学会(関東支部)

阪神淡路大震災では、二段式立体駐車場の上段トレイが傾き車両が落下した(写真１)。地震による上下方向の揺れと水平慣性力で車両が動き、上段トレイが損傷し、車両が落下したのだ。

また、写真３は、機械式立体駐車場の駐車車両が地震で動き、駐車場の間柱および ALC パネルに衝突したものである。

写真２　二段式立体駐車場の車両落下

このように、地震災害時には、立体駐車場から車両が落下、転倒し、マンション住民の避難ができなくなるだけでなく、駐車車両の落下･転倒による二次災害発生の危険性もある。

写真３　機械式立体駐車場損傷

3.3　備蓄品の準備不足

首都直下地震の発生によりライフラインの大被害が想定される。上水、電力、エレベータ（ＥＶ）は高層マンションの場合、生活上不可欠なものである。その復旧は、電力は比較的早く復旧するが、上水は、3～5 日はかかる。ＥＶの復旧はさらに長くなる。このため、飲料水、食料の備蓄は、最低 3 日間、高層マンションでは 7 日分が必要といわれている。

港区で実施した高層住宅(6 階以上、50 戸以上の共同住宅)の 2009 年の調査 によると、共用の備蓄倉庫は、「設置なし」が 66.5%で、「設置あり」はわずかに 25.1%である。しかも、備蓄品の 70%は飲料水で、食料品と簡易トイレがそれぞれ 49%である。備蓄量は大半が 3 日以内の分である。中央区、港区などの自治体は高層住宅の備蓄倉庫設置を義務付けており、備蓄量は 7 日分となっている。

高層住宅の各戸の備蓄品の備えは、表 1 に示すように地震の前後でかなり変わるが、それでも、風呂水のため置きの割合は地震の前後でも約 3 割であり、飲料水の確保は地震の前が 16%で後でも 39%である。地震後の評価で役に立った備蓄品は、飲料水、ラジオ、懐中電灯、風呂水のため置きの順である。

表１　被災高層住宅の地震前後の備え　（単位%）

	風呂水ため置き	飲料水備蓄	非常持ち出し	携帯ラジオ	懐中電灯、ローソク
事前備えの割合	29.2	15.5	6.6	52.0	71.1
事後備えの割合	29.3	38.8	37.6	20.9	27.8
役立った割合	73.0	85.2	30.8	85.9	73.6

資料：被災高層住宅 6 地区、442 世帯調査（大西一嘉参考）

3.4　コミュニティの形成の低さ

国土交通省が全国のマンション物件 3,150 件、397 千戸を対象にマンションのコミュニティ活動の調査 を行った結果、日常的には、「あいさつをかわす」「顔がわかる」などの相互認知型のコミュニケーションは多くのマンションで行われているが、「一緒に遊ぶ」「重要な相談・依頼ができる」などレベルまでには至っていない。イベントや行事などの活動や、サークル活動は日常のコミュニケーションと比較し、全体にあまり活発ではない。また、コミュニティ形成に特に取り組んでいないマンションは全体の 6 割にもなる。これでは、首都直下地震に対応できない。

地域との連携は、防災上とても重要である。居住者間コミュニティが形成されているマンションでは、地域とのコミュニケーションの程度も高い傾向にあるというのが上記の調査結果である。マンション建物の縦方向の各階の住戸につながるパイプシャフトが共有部分である。これはマンション管理上の問題とともに大地震発生時に上下階の各戸に被害を及ぼす。上層階の排水管が使えても、下層階の排水管や下水管が止まれば汚水が溢れるのである。救命･救助活動や避難行動、そして被災後の復旧・復興には、マンション居住者の結束力が問われる。浦安市のＴマンション（8 階建て 4 棟、256 戸、400 人）は、液状化で上水道が破断し、下水道に泥流入などの被害があった。液状化によるマンション敷地内の泥撤去に居住者全員が復旧に取組んだ。日頃のイベントや行事活動を通したコミュニティ形成への取組みが役立っている。

４．マンションの防災上の課題への対応

4.1　家具類の転倒･落下防止

マンションの家具類の転倒防止対策を以下にまとめた。

①先ず、家具の配置を考えることが重要である。寝室にはタンスや高い本棚を置かないこと。就寝中にＴＶやエアコンなどが頭上に落下することのないようにする。また、緊急脱出する玄関やバルコニーへの出口ルートが塞がれないように家具の配置を検討する。

②家具の固定・転倒防止器具の効果的な使い方について、消防庁が震度６強の再現実験で検討した結果は以下のとおりである。

- ●家具をＬ型金具などで壁に直接ネジ固定する方法が最も効果が高いことが判明している。これには家具、壁、器具に十分な強度が必要である 。
- ●家具の上部と天井の間に、ポール式やすき間家具などで家具を固定する場合は、ストッパー式や粘着マット式を併用すると効果が高い。
- ●ポール式の場合は、天井に下からの突き上げに耐える強度が必要で、強度がない場合は、当て板等で補強する必要がある。
- ●マット式やストッパー式の器具の単独使用は効果が小さく、また、家具の重量、奥行きなどの条件によっての違いはあるが、一般に大きな家具には適していない。

③長周期地震動では、テーブルやイスなど、必ずしも壁面に接して配置することがない背の低い家具類も移動する可能性があるため、これらの家具類の移動防止対策を行う必要がある。

長周期地震による高層マンションの家具の固定は重要な防災対策である。大手マンション業者の家具固定のためのアンカーの設置に対する考えは次のとおり。

①顧客からの要望がない

②固定設備に保障すべき強度の基準がない

③行政からの指導や規制がない

④顧客から要望があった場合にオプションで対応する

このため、自治体はマンションの家具類固定促進のための条例を制定するべきである。

4.2　緊急避難の確保

地震時の行動の優先順位の基本は、①家具の転倒･落下から身を守る、②小さな揺れのうちに火の始末、そして、③ドアや窓の出口の確保である。しかし、マンションでは、逃げ道の確保は絶対に重要である。特に、高層マンションでは「グラッと来たら、玄関ドアを開けろ」がサバイバル行動の鉄則である。

実は、マンションの玄関ドアは地震に弱い。2005 年の福岡県西方沖地震（震度６弱）では、福岡市中心部の多数のビルやマンション被害があり、壁や廊下の亀裂でコンクリートが鉄製のドア枠を圧縮し玄関ドアの開閉不能が続出した。東日本大震災でも玄関ドア開閉不能が多く報告されている。

マンションは、防災上、二方向に避難できるように計画されている(二方向避難の原則)。万が一玄関が使えなければ、ベランダから脱出する。しかし、余震が続く中や停電の暗闇の中で、タラップや避難梯子による垂直避難は、高齢者や幼児連の母子の自力避難には使えない。ベランダ沿いに隣接した住戸や避難階段の利用など多重避難路の確保が重要となる。このため、非常時の行動の鉄則とともに、玄関ドアの耐震化を進める必要もある。国土交通省の「マンション耐震化マニュアル」では、耐震ドア（耐震枠、耐震蝶番等）に取替えることやドアの位置を躯体の壁面から外すことなどが重要としている。また、開放廊下の窓からも避難できるように、共用廊下側の窓面格子を非常時脱出機能付き面格子にすることも必要である。

自宅からの脱出とマンション敷地内から外部への避難経路を明快にして、経路上に危険がないか、支障がないかを居住者全員で確認するなど平常時からの避難訓練が必要である。

4.3　自立のための水、食糧、簡易トイレなどの備蓄

中央区、港区、渋谷区ではこれから新築する高層マンションに共用の備蓄倉庫を義務付けている。高層マンションでは、一般住宅に比べて相対的に耐震性が高いと考えられており、その人口

密度の高さと避難所の容量上の制約から平常時はもちろん、災害時の自立が求められているのだ。このため、高層マンションでは、運営体制の構築とともに備蓄品の確保が重要な課題となっている。

既存のマンションでは、まず、各戸で最低限３日分の水、食料の確保を準備する。管理組合で準備する共用のものは、マンションの規模、高層階の有無などにより異なる。これらの備蓄品は防災訓練などを通じて、住民が活用できるように準備し、定期的な備蓄品チェック、管理などの管理体制が必要である。

特に、大規模マンションでは、被災時に効果的に活用できるように備蓄品の場所、倉庫を分散して設置する。高層マンションでは、階段での移動を考慮して、できれば各階ごとに、最低でも3,4階単位にブロック化して備蓄する。また、大地震時には、ＥＶ内での閉じ込め時間の長時間化が予想されるため、ＥＶ内に備品を設置するなどの対策の検討も必要である。

大規模地震への自立対応策の基本事項を表２にまとめる。夫々のマンションの規模や特性に応じた工夫が必要である。

表２　大規模地震への自立対応策

対応策	内　容	施策例
全般事項	水、食料、簡易トイレ、工具、資器材収容の備蓄倉庫の一定階毎に確保	設置の義務付け
上水関連	３ﾘｯﾄﾙ/人日×3日間、受水槽補強、感震器連動型止水弁設置、防災井戸設置	井戸推奨
下水関連	簡易トイレ３日分、河川水利用可能なポンプ、災害用仮設トイレ、	ポンプなど推奨
電力	懐中電灯、携帯ラジオ、電池、特別高圧受電導入、ローソク	特別高圧受電推奨
ガス	熱源不要な保存食料備蓄、カセットコンロ、ガスボンベ、七輪･炭、	
電話	非常時連絡網整備、携帯用中継装置設置	中継装置推奨
エレベータ	非常用エレベータ耐震向上、地震管制システム見直し	要請
その他備品	発電機、テント、投光機、救助道具、リヤカー、ブルーシート、ベニヤ板、ハンディメガホン、掲示板	
サバイバルグッズ(自宅用)	水、新聞紙、ポリ袋、ポリタンク、バケツ、ダンボール、台車、常備薬、消毒液、ガーゼ、包帯、絆創膏、マスク、非常用米、レトルト食品、缶詰、栄養食品、キャンディ、チョコレート、紙食器、生理用品、紙おむつ、ウエットティッシュ、ゴミ袋、水なしシャンプー、軍手、ガムテープ、マジック、お金、キャッシュカードなど	

4.4　コミュニティ形成による防災力の向上

今回の大震災で最も問われた問題は、自立したマンションとして、防災力を高めることである。このため、基盤となるコミュニティを形成し、防災組織をより実践的に準備を進める必要がある。

防災上の課題には、居住者の安否確認、避難通路の確保、備蓄品の整備･拡充、復旧費用捻出などがあるが、これらの非常時の課題への対応には、平常時からの準備や訓練が必要である。事前に実践的な防災体制を構築しておくことが必要である。このため、何よりも、マンション住民が日頃から顔見知りとなり、実質的な一つのコミュニティを形成して行くため、平時に行事、イベントを企画し、コミュニティ活動を居住者が協働して行うことが必要である。さらには、地域とのコミュニティ活動、連携活動も重要な課題である。

マンションのコミュニティ形成のポイントを以下に示す。

① 大震災を契機に自分のマンションの防災上の問題を話し合い共通の問題意識を持つことからコミュニティ形成が始まる。

② マンション住民の夫々の得意な分野、趣味をコミュニティ活動に活用する。人材登録が非常時の防災、救助活動にも役立つ。

③ 取り組みやすく、続けやすいコミュニティ活動メニューを設ける。月 1 回の掃除会、茶話会、シルバー会など小さいものから、少ないメンバーで良いから始める。

④ 分譲会社や管理組合、あるいは町内会など多様な主体によるコミュニティ形成支援が考えられる。

⑤ マンションの規模、タイプ、構造的な特性に応じた、多様、多重なコミュニケーションを進める。

これらの先進的な取り組み事例が、加古川市の加古川グリーンシティ（マンション 7 棟、584 戸、2,000 人居住）防災会である。「楽しく防災活動をやろう」で防災功労者内閣総理大臣賞を受賞している。その活動の代表的な取組みの一つが、「町内チャンピオンマップ」である。これは、マンション住民がもつ様々なスキル、得意な能力、免許などを登録しておき、平常時の防災活動や非常時の活動に役立てるものである。「基本は大切な人を守る」という身近な意識から取組んでおり、結果的に強いマンションコミュニティを形成している。

＜参考文献＞

１）「救急医学 Vol.19,No.12」1995/10

２）港区高層住宅の震災対策実態調査業務委託報告書平成 21 年 10 月(株)インターリスク総研

３）マンションの適正な維持管理に向けたコミュニティ形成に関する研究 2010 年 5 月国土交通省

４）マンション耐震化マニュアル　H19 年 6 月　国土交通省

５）http://www.greencity.sakura.ne.jp/greencity_bousaikai/index.html

４．都心における減災　～地形図からリスクを知る～

Disaster Mitigation in Urban Areas of Tokyo
～We will know the risk from topographic map of Tokyo～

橋爪　慶介　Keisuke Hashizume（総合技術監理部門、建設部門）

首都圏においては、東南海地震の発生確率の見直しにより、「都市部における減災」意識が高まってきている。東京都では、東京都震災対策条例に基づき市街地の変化を表わす建物などの最新データや新たな知見を取入れ、概ね５年ごとに調査を行い各地区の危険度を公表しているが、危険度リスクの測定・評価には地形情報は考慮されていないのが実情である。災害時の危険度リスクについては地形の高低差情報も含めて総合的に判定すべきである。ここでは、簡易に地形図を作成できるソフトを用い、具体的に知ることができる都心部の災害リスクをいくつか紹介し、地形図を利用した都心における減災活動の可能性を探る。

キーワード：都市部の防災・減災、地形図、危険度リスク、リスクコミュニケーション

１．はじめに

地形図を用いる方法については、にわかに現在、東京の地形ブームをおこしつつある張本人である大学時代来の友人：皆川典久氏に数年前に教わった。「東京スリバチ学会」なる週末の集まりで、東京の高低差を街歩きで体験して楽しむ会のなかでの紹介であった。都心の街中を実際に歩いてみると意外とその高低差に驚かされ、街中の妙なものとの発見と出会いもあり楽しい時間であったが、その時に彼が用いていた地図がフリーソフトを利用して作成した地形図であった。具体的には「カシミール３Ｄ」というソフトで標高差を立体的にデフォルメし、それに実際の地図を重ねていたのである。「カシミール３Ｄ」のソフトは、登山家やトレッキングを嗜好する者が利用しているフリーソフトである。その当時小職は、北千住地区の減災活動のお手伝いをしており、このソフトを用いた地形図と危険度ランク図等の防災地図と重ね合わせたりすることで、都心部の減災活動にも一役買うのでは？と思い、温めてきた豆知識である。本文では、国土地理院の数値図を用いた地形図をもとに知ることができる災害リスクや減災提案をあげていく。

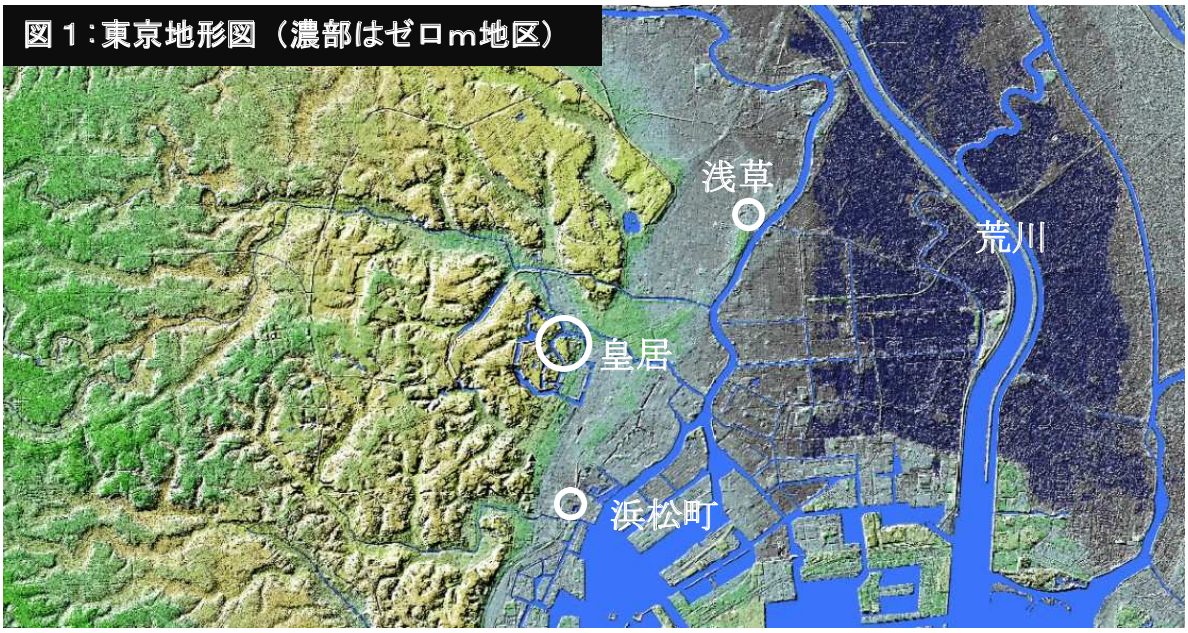
２．東京全体の地形とそのリスクを知る

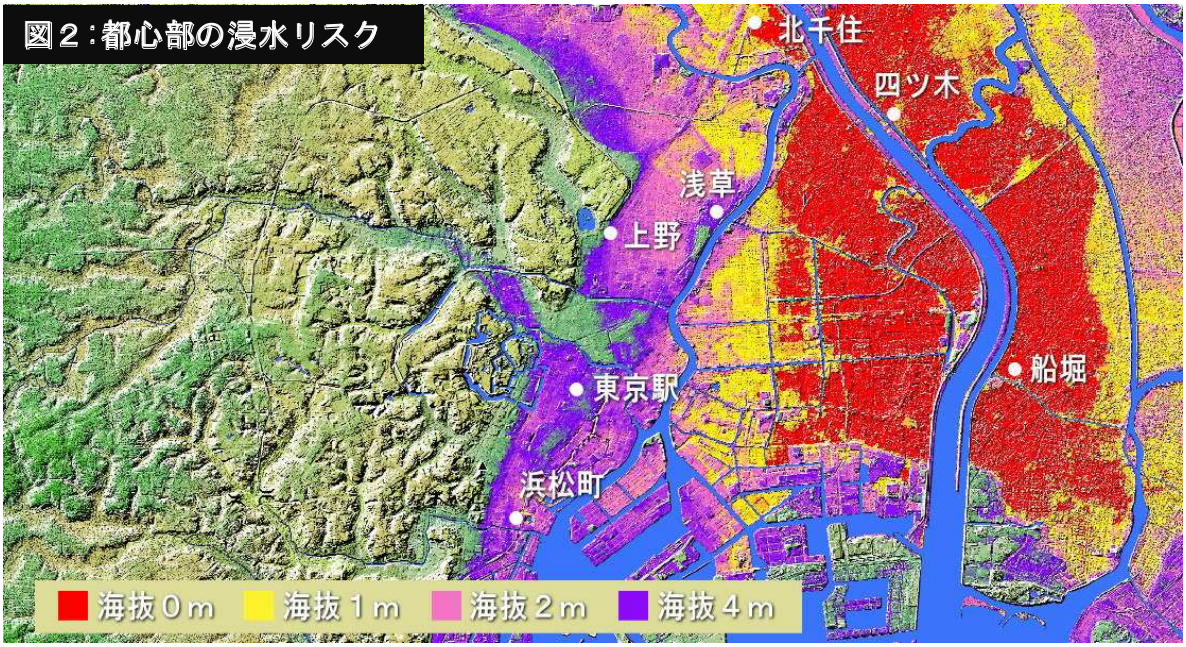
まずはカシミールソフトの基本的な操作により作成した東京全体の地形図を紹介する。(図１)

標高を 10 倍デフォルメして表記させているが、低地については概ね１ｍ単位、標高 10m 以上は概ね５ｍ単位で色分けしている。この地図を観るだけでも皇居より西は高低差の多い地形であることが一目でわかる。また 0m 地帯を濃紺部で表記させたが、荒川流域周辺にその範囲が広がっており、高潮や堤防決壊時の浸水リスクの高い範囲を一目瞭然で知ることができる。

さらにわかりやすい様に、高潮や地震時の堤防決壊等の多重災害リスクのほかに東京湾で津波が発生した場合の浸水リスクを詳しく知るために、低地の標高を細かく色分けすることも可能である。例えば、赤色を海抜 0m、橙色：海抜 0.1m、黄色：海抜１ｍ、桃色：海抜２ｍ、紫色：海抜４ｍというように表記が可能であり、実際に色分けしたものが図２である。こうして色分けしてみると、４ｍもの浸水が発生した時には、皇居の東側まで浸水が及ぶことが把握できる。浸

水４ｍとなる場合はまずあり得ないであろうが、現在防災研究者たちが津波や高潮等による浸水について、現実的に起こりえる想定は 2.2～2.6ｍであると言われている。つまり最悪の条件が重なれば、近い将来でも赤色～桃色部までは浸水してもおかしくないのである。こうした地形図により浅草周辺や浜松町駅界隈も浸水してしまうことが識別できる。危険認知の薄かったエリアにおいても災害による浸水リスクを把握できるのである。





この様に「カシミール」ソフトでは、数値地図さえあれば簡単に地形図を描き出すことができ、シミュレーションが可能なのである。次項では少し応用して、東京都が作成した火災危険度ランク図と地形図を重ね合わせたものを紹介していく。

３．火災危険度ランク図×地形図

3.1　都心全般の地形像と火災危険度ランク

地形図は重ね合わせることで様々なことを教えてくれる。何気なく歩いている身近な場所でも都心部では勾配があり、マクロ的にその地形を把握することで気づくことがたくさんある。まずは図３が、火災危険度ランク図と地形図を重ね合わせた都心部全体図である。

図３を観ると、まず気づく点は地形に関係なく火災危険度ランクが評価され配置されていることである。大地震の際の大規模火災時には火炎風が発生し、地形が火災による延焼の範囲を大きく決める要因となることは言うまでもない。ある程度幅広い道路や水路があっても延焼を抑えることができなかったことは、歴史書を紐解くと様々な先人たちからの苦い経験談が物語っている。

特に危険とされるのが、地形の谷部にあたるエリアで火災が発生した場合である。周囲の高低差から火鉢の様な状態となり、谷部一体に木造家屋が密集している場合は加速的に延焼速度が増すものと予想される。またそういった谷部では火災で発生する二酸化炭素や一酸化炭素が滞留しやすく、火災から免れても酸欠で命を落とす方々を数多く発生させてしまう可能性がある。

図３：火災危険度ランク図×地形図

次にもう少し縮尺を拡大してより具体的な街の地形と火災危険度ランク図を重ね合わせてみることにする。ここでは渋谷駅周辺と文京区周辺の事例について紹介するが、より大地震時のリスクやリスク対策案のイメージが浮かんでくることに注目していただきたい。

尚、火災危険度ランク図は、いずれも地形図に合わせて若干その縦横比を変更している。

3.2　渋谷駅周辺の地形と火災危険度ランク

図４に示すのが渋谷駅周辺の火災危険度ランクと地形図を重ね合わせたものである。まず渋谷駅が高い地形に囲まれていることにまず気づき、地名通りに「谷」であることに納得し、その由来に感心するが、この地形図から判る災害リスクをあげていく。

①　東町周辺

・谷部の地形であり一部が火災危険度ランク３となっているため、周囲への延焼リスクが高い。

・東町は谷部となっているためそのエリアの範囲内で火災となった場合、谷部一体が延焼する可能性が高く、渋谷川及び明治通り沿いに延焼する可能性が高い。その点で南北の主要動線となっている明治通りは緊急車両の往来を困難にさせるリスクがあるといえる。

②　原宿周辺

・平地であるが山手線側に高低差のある高台があり一部が火災危険度ランク３となっているため周囲への延焼リスクがある。

・原宿周辺は、表参道の大通りを挟んで南北へ延焼が拡大する可能性は低いと思われるが、季節風などの風向きによっては山手線側の地形の高低差沿いに風が抜ける場合は、木造建築の密集エリアがあるため、延焼リスクが高くなるといえる。

図４：渋谷駅周辺　火災危険度ランク図×地形

①　明治神宮・代々木公園地区

・避難所ではあるが、原宿地区とは高低差があり、山手線で避難動線を妨げる状態となっている。

・原宿エリアから明治神宮・代々木公園の避難所への動線は表参道から続く都道を用いたアプローチのみであるため、避難動線が集中することによる混乱を起こす可能性がある。

②　大橋地区、西麻布北部、広尾駅周辺、鶯谷町

・丸で囲ってある地区の地形は谷部であり、火災危険度ランクは低いエリアとなっているが、実際には木造建築物が密集している地区もあり、火災危険度ランクは決して低くないといえる。

・谷部の地形といえる大橋地区、西麻布北部、広尾駅周辺、鶯谷町は、有事の際にやはり避難動線等が集中する可能性が高く、様々な危険度リスクを想定しておく必要があるといえる。

③　代々木上原地区

・丘の上にある町であるが、火災危険ランク３の評価となっている。

・代々木上原周辺エリアは、丘の上にある木造建築密集地の住宅地街で地形的には安全と考えが

ちであるが、実際には道路幅が狭く曲がりくねっている点で有事の際には緊急車両や避難動線を確保しにくいエリアである。町ぐるみの自営防災組織の状況により町の安全が左右される地域であり、「共助」意識を強化すべき地区ともいえる。

④　恵比寿ガーデンプレイス地区

・恵比寿ガーデンプレイスは丘の上にある避難所であり、新耐震以降の耐火建築物で構成されている点で、有事の際に様々な機能を果たす避難所として有効と考える。しかし火災危険度ランクが３として評価されているため見直し等の再考が必要である。また北西部より緩やかな勾配となっているため、恵比寿駅周辺の市街地からの避難動線も比較的容易に確保できるものと考えられる。

以上の様に、火災危険度ランク図と地形図を組み合わせ、実際の街を頭に描きながら大地震等の有事の際を想像すると、様々なリスクを思い描くことができる。つまり、地形図を活用することは地域の防災担当者のリスクコミュニケーションツールとしてたいへん有効であるといえる。

では、次にもうひとつ文京区エリアについて火災危険度ランク図と地形図を組み合わせたものを観てみることにしよう。

3.3　文京区エリアの地形と火災危険度ランク

図５に示したのが、文京区エリアを中心とした火災危険度ランク図と地形図の合成図である。

それでは図５より読み取れることを整理していく。

まずは、秋葉原駅、上野駅、田端駅を結ぶ山手線のラインを境界として西と東で大きく地形が異なることが判る。洪積台地と沖積平野の地形の違いである。これほどまでに明確に地形の違いを可視化させて観るのも面白いものである。では町単位の地域で防災リスクを読んでいく。

①　田端～谷中地区

・火災危険度ランク５や４をかかえ、谷部となっている。

・不忍通り沿いがまさに「谷」であり、その周辺で火災が発生した場合には不忍通り沿いの谷部全体が延焼の範囲であり、かなりのリスクが高いことが判る。谷部の南端は不忍池であり、緊急車両の動線も迂回するようになっている。

②　北池袋地区及び東池袋・新大塚地区

・丘部と谷部にまたがる火災危険度ランク５を持つ地域となっている。

・北池袋地区及び東池袋・新大塚地区は、谷部で火災延焼リスクが高いたといえる。そのため、防災対策が必要であると思われる。有事の際は緊急車両の動線が断たれてしまうことも前提とした対策が必要であろう。

③　江戸川橋地区

・護国寺方面へ延びる谷部の入り口の様な地形となっている。

・東西の動線と護国寺方面への動線が集中しており、やはり緊急車両と避難動線の確保を想定した減災対策が必要である。

図５：文京区エリア　火災危険度ランク図×地形図

④　町屋地区、浅草地区

・平地であるが、火災危険度ランク３～５の町街区を多く持つ。

・町屋地区、浅草地区は平地であり木造建築の密集地であるため、火災時には風向きと風速により延焼リスクが高い。しかし浅草地域は道路が割合と規則正しく整備され、街区の規模が町屋地区に比較し狭く、また道路幅もある程度広く確保されているため、地区や町単位の防災対策が取りやすい地区でもあるとえる。

⑤　東京大学、東大植物園、お茶の水女子大、早稲田大学などの学校施設

・丘状の上にあり、火災危険度ランク１の評価になっている。

・東京大学、東大植物園、お茶の水女子大、早稲田大学などの学校施設は地震時の火災危険度ランクが低い点と丘の上に存在している点で、避難所として有効に機能する可能性が大きい。東京大学の施設には研究部門がある点で、また私立大学・立高校なども運営の点で、なかなか有事の際に民間へ避難所として開放するのは困難であるかもしれないが、「共助」「公助」の観点で公的な避難所として扱う検討をしていただきたいものである。

以上のとおり、火災危険度ランク図×地形図の合成地図から予想される大地震の際の危険リスクを述べてきた。他にも様々な防災マップと地形図を合成させることにより様々な危険リスクが想像でき、実際にそこに住む市民たちやと地域の防災担当者とのリスクコミュニケーションツールとしてはかなり有効に活用できるのである。

地形図を視覚的に立体的に表現できるソフトは、冒頭で紹介したが、「カシミール３Ｄ」というソフトであり、しかもフリーシェアのソフトなのである。地域の防災担当者としては利用することでいくつかの災害時のリスクに事前に気づくわけだから、損することはないであろう。

４．「カシミール３Ｄ」の使い方等

さて、「カシミール３Ｄ」の有用性を理解していただいたところで、次に、簡単ではあるがその入手方法と使い方を説明しておく。

4.1　カシミール３Ｄの入手方法

「カシミール３Ｄ」ソフトはＷＥＢ上から無償で入手が可能である。そのＵＲＬを案内しておく。

・「カシミール３Ｄ」ホームページ：http://www.kashmir3d.com/

【図６：「カシミール３Ｄ」ホームページ】

また、書籍もあり一般書店で入手が可能である。当然こちらは有料である。しかし手に取ってそのマニュアルを閲覧できる点で便利であり、付録にＤＶＤ-ＲＯＭがあり、地図データが収録されている。現段階での最新版は 2012 年 6 月 19 日に初版となっている『山と風景を楽しむ地図ナビゲーター「カシミール３Ｄ」パーフェクトマスター編』である。書籍の表紙を案内しておく。

図７：「カシミール３Ｄ」書籍

書籍の表題にある様に、基本的には登山家やトレッキングを嗜好する者が利用するソフトであるため、マニュアルの中身はもっぱら山岳地区の地形図の表記方法が主体で説明されている。書籍の価格は 2,800 円である。

4.2 数値地図の入手方法

数値地図については、その用途によって選択する必要がある。こちらは有償であり、ここで用いた国土地理院の数値地図５ｍメッシュ東京都区部は 7,500 円であった。5m メッシュの数値地図については、現段階で日本全国の範囲を網羅しているわけではないので購入前に確認が必要である。数値地図の入手方法を紹介しておくが、やはりＷＥＢよりダウンロードする方法と書店で購入する方法がある。書店は比較的大きな書店で、地図のコーナーが充実している店舗でないと販売していないことが多い。

図８：国土地理院／数値地図（5ｍメッシュ）CD 版表紙

・国土地理院の数値地図　ホームページ：

http://www.gsi.go.jp/MAP/ONLINE/mapimage.html

4.3　合成地図の作り方

合成地図の作成方法については、少しばかりの手作業が必要であり、描画作成用のソフトが必要である。作成した複数の地図どうしを重ね合わせるため、作成した地図画像のいずれかを半透明化させることができるソフトも用いなければならない。また、数値地図以外の地図は以外とデフォルメしており、一般的に東西南北の比が実際のものとは合致していないことが多い。そのため描画用ソフトで重ね合わせる時にアナログ感覚による調整が必要だ。この辺りは描画ソフトとの慣れと図形を重ね合わせるセンスが必要であるが、挑戦してみて慣れるのが第一であろう。

５．都心部において防災・減災地図としてあるべきもの

地形図と防災地図等との合成地図を作成することで、様々な危険度リスクを推測でき、地域のリスクコミュニケーションに役立てられることを減災豆知識として紹介してきた。さらに都心部の防災・減災活動において、もっと把握しておくべきと考える数値地図があるので提言しておく。

それは地下部の数値地図である。都心部には地下鉄や首都高をはじめ様々なインフラも地中にあるのが現状である。個別の建築物にも地下階を所有するものも多く、その基礎構造も多種多様である。しかしそれらを総合的に管理･把握されている情報は全くないといっても過言ではない。

2010 年に発生したチリ鉱山で地中に閉じ込められた事故はまだ記憶に新しいが、都心において大地震の際に地下に市民が閉じこめられるリスクは大いにある。速やかに救助する手法を検討するにあたって、あるいは日頃から都心部の地下における災害リスクを知るうえで、総合的な地下部の数値地図は早急に整備されるべきである。また、それらを総合的にまとめるにあたっては建設業界がリーダーシップをとる必要があるであろう。

６．おわりに

今後、地形図が都心部の防災や減災の観点で今後大いに活用され役だって行くことを期待したい。既に東北地方の地方都市の復興計画においては地形図を元にして防災計画や減災計画が展開されており、地形図データから立体的な模型を作成し、それを囲んでもリスクコミュニケーションが活性化している。東京都心部においても、実は思いがけなく高低差があり、各々の地域地区において個別の防災・減災意識を住民間でリスクコミュニケーションを通じて高める必要がある。

筆者は都心部における減災活動に従来プロボノ活動として携わってきたため、本業とは別の任意団体の立場として寄稿させて戴いた。同様に多くの企業内技術士たちが企業枠にこだわらず地域貢献に向けて技術的観点からの気づきを積極的に提言という形で社会に関与していくことも期待する。

＜参考文献＞

１）杉本智彦著：カシミール３Ｄ：[パーフェクトマスター編]
２）国土地理院：数値地図　東京区部５ｍメッシュ
３）皆川典久著：東京「スリバチ」地形散歩
４）国土地理院数値地図ホームページ：http://www.gsi.go.jp/MAP/ONLINE/mapimage.html

５．大災害時に生き残るのは運ではない（防災リーダーの役割）

Who survives when disaster strikes?

上野　雄一　Ueno Yuuichi　（総合技術監理部門、建設部門）

大災害時にあって生死を分けるのは何か。「運」に左右されると考えがちであるが、生存者の証言では、それだけではない。自分がリスクに対してどんな行動をとるべきかを事前に考えて、それを積み重ねて行くことで、災害時に呆然とならず、生き残る判断や行動がとれる可能性が高まるのである。それを周囲に促すのが防災リーダーである。

キーワード：生き残る判断、生き残る行動、正常化バイアス、リスクの学習

１．はじめに

3.11 東日本大震災からおよそ１年後の平成２４年３月９日、私は出張で茨城県高萩市のビジネスホテルに宿泊した（図１）。ホテルには天井や壁に亀裂を埋めた跡があったり、柱と壁の間に隙間があったりと（図２）、1 年前の巨大地震の爪痕がまだ残っていた。

図１ 宿泊したホテル（HPより）

図２ 壁と柱の接続部のひび割れ（イメージ写真）

日付が変わった 10 日午前２時 25 分に高萩市は茨城県北部を震源とする震度５弱の強い地震（図３）に襲われた。高萩市にとってはほぼ直下型の地震であった。まるで、凸凹道を突っ走るバスに乗っているように激しく体を揺すられて目を覚ました私はすぐ地震だとわかったが、揺れが激しくて起きあがれず、ただ、常夜灯の薄暗い部屋の壁や天井に亀裂が走らないことを祈るのが精一杯だった。やっと揺れが収まった頃、携帯の緊急地震速報が鳴り、それとほぼ同時にホテルの非常ベルが鳴った。何か館内放送があるのかと思ったが何もなく、火災が起きていたらヤバイと思い廊下に出たが、誰も部屋から出ていなかった。階下、階上も静かで、火災も起きていないようだった。そのうち非常ベルも止んで、結局、何の館内放送もないまま、また元の静寂な夜に戻った。私も何も問題なさそうなので、また眠りについた。

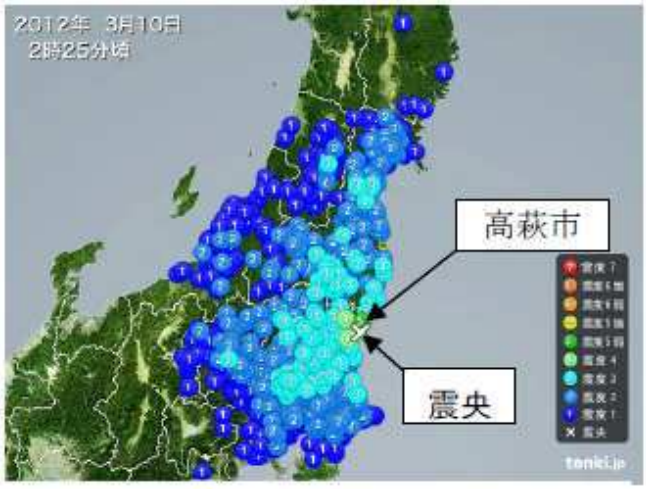


図３ 2012 年３月 10 日地震（日本気象協会）

ホテルの駐車場がほぼ満杯だったので宿泊客が大勢いたはずなのに、なぜ非常ベルが鳴っても誰も廊下に出なかったのだろうか。私もなぜ十分確かめもせず、また眠ってしまったのだろうか。

２．災害の衝撃を受けた人間の行動

図４ アマンダ･リプリー氏

9.11 世界貿易センタービルのテロ、ハリケーン・カトリーナ，スマトラ沖地震などの大災害の生存者を調査した、「タイム」誌のシニアライター、アマンダ・リプリー氏（図４）はその著書「The Unthinkable(邦題：生き残る判断　生き残れない行動)」で、生存者の証言から災害の衝撃を受けた人間の生存への行動は、①否定、②思考、③行動の決定の３つの段階を通るという。そして、災害を生き残った人間は、否定の段階をいち早く脱して行動の決定に至った人間であるという。

①　否定（Denial）

自分に降りかかる災害を認めない、受け入れない段階である。

自分の不運を受け入れようとせず、全てが平穏無事の一部と信じて、普段どおりの行動を続ける。心理学者のいう「正常化バイアス（Normalcy Bias）」の状態である。災害を受け入れないため、致命的な「逃げ遅れ」となって被害を広げてしまう。

過去に災害を経験した人、事前に災害を想像できた人は自力でこの段階を抜けることができるが、そうではない人は外からの刺激がなければこの段階から脱出できない。

②　思考（Deliberation）

図５　2003 年 2 月韓国･大邱(ﾃｸﾞ)市で地下鉄放火事件が発生した際、地下鉄車内で煙が充満しつつあるのに逃げだそうとしない乗客たち。何が起こったかわからず、周囲の乗客の行動に合わせようとしたという証言がある。(山村武彦(2005))

何か異常事態が発生していると認め、それに対してどうすればいいのか、いろいろな行動の選択肢について考える段階である。

災害経験のない多くの人は、災害時にはパニック状態になると思われているが、実はそれとは正反対に目も耳も心も閉ざして、呆然となり感覚が完全に麻痺した状態になることの方が多い。何をしていいのかわからず「凍りつく」人もいる。混乱し、優先すべき行動がわからなくなる状態である。わからないから指示を待つという選択をとる人もいる。この時、誤った避難行動を指示されると、善し悪しを判断せずに従ってしまい、ますます被害を大きくしてしまう。

思考の段階で迷っている人には、正しい避難行動を想定できる人からの的確な指示が必要である。

③ 行動の決定（The decisive moment）

麻痺した段階から抜けて、危険な状況であることを受け入れ、行動の選択肢について思考して、いよいよ生存のための行動を起こす段階である。

災害経験のない多くの人は、感覚が麻痺した状態のままであり、周囲の人間の指示や行動に合わせる行動をとってしまう。他の人が逃げないので自分も逃げないという選択を取ったり（図５）、自分の近くの非常口ではなく、多くの人が集まっている遠くの非常口に行ってしまい、避難に間に合わなくなったりする。

冷静な判断で正しい避難行動をとった人は、普段からリスクについて考えており、準備ができている。

３．あの時、高萩のホテルに宿泊した人々の心理

非常ベルが鳴っても廊下に人が出なかったのはなぜであろうか。翌日朝のホテルの食堂では宿泊客たちが何事もなく食事をとっていた。フロアー係の女性に聞くと「昨日の地震は近頃の中でも大きかったね。揺れが大きいので非常ベルが鳴ったらしいけれど、何ともなかったよ。」との返事であった。どうも宿泊客は連泊の人が多く、あの時、地震に対して凍りついたわけではなく、「またか。大したことない。」と思ったらしい。地震慣れして正常化バイアスが働いたのである。私自身、眠いのに起こされたので正直言って「何の問題もない。」と思い込みたかったことは確かである。これも正常化バイアスである。たまたま、何事もなかったが、地震の揺れで建物が損壊した場合は正常化バイアスのため皆逃げ遅れていたのである。

４．災害時に生き残るために（防災リーダーの役割）

先に述べたように、否定の段階をいち早く脱して行動の決定に至った人間が生き残っている。自分が想定されるリスクに対してどんな行動をとるべきかを事前に考えておき、それを積み重ねて行くことで、災害時に呆然とならず、生き残るための正しい判断、正しい行動がとれる可能性が高まるのである。

また、災害時に生き残るための防災リーダーの役割の一つとして、災害時の人間の心理（図６）を踏まえて、災害時に正常化バイアスで否定の段階にいる人に対して、危険が差し迫っていることをいち早く理解させて避難するよう促し、また、思考の段階にいる人（何をしていいかわからない人、どこに逃げればいいのかわからない人）に対して、安全な避難行動（避難場所、避難経路）を示すことがあげられる。

しかし、正常化バイアスとは曲者である。その言葉を知っていた私でも陥ってしまった。簡単に陥る正常化バイアスで否定の段階にいる人を説得するのは並大抵のことではない。そのためには防災リーダーは、リスクについて学習し生き残るための判断や新たな直感を生み出していくことも重要であるが、そのほかに住民と災害リスクについて日頃から話し合い、緊急の災害時に説

得することができるように住民からの信頼を得ておかなければならない。リスクコミュニケーションの重要性が叫ばれる所以である。

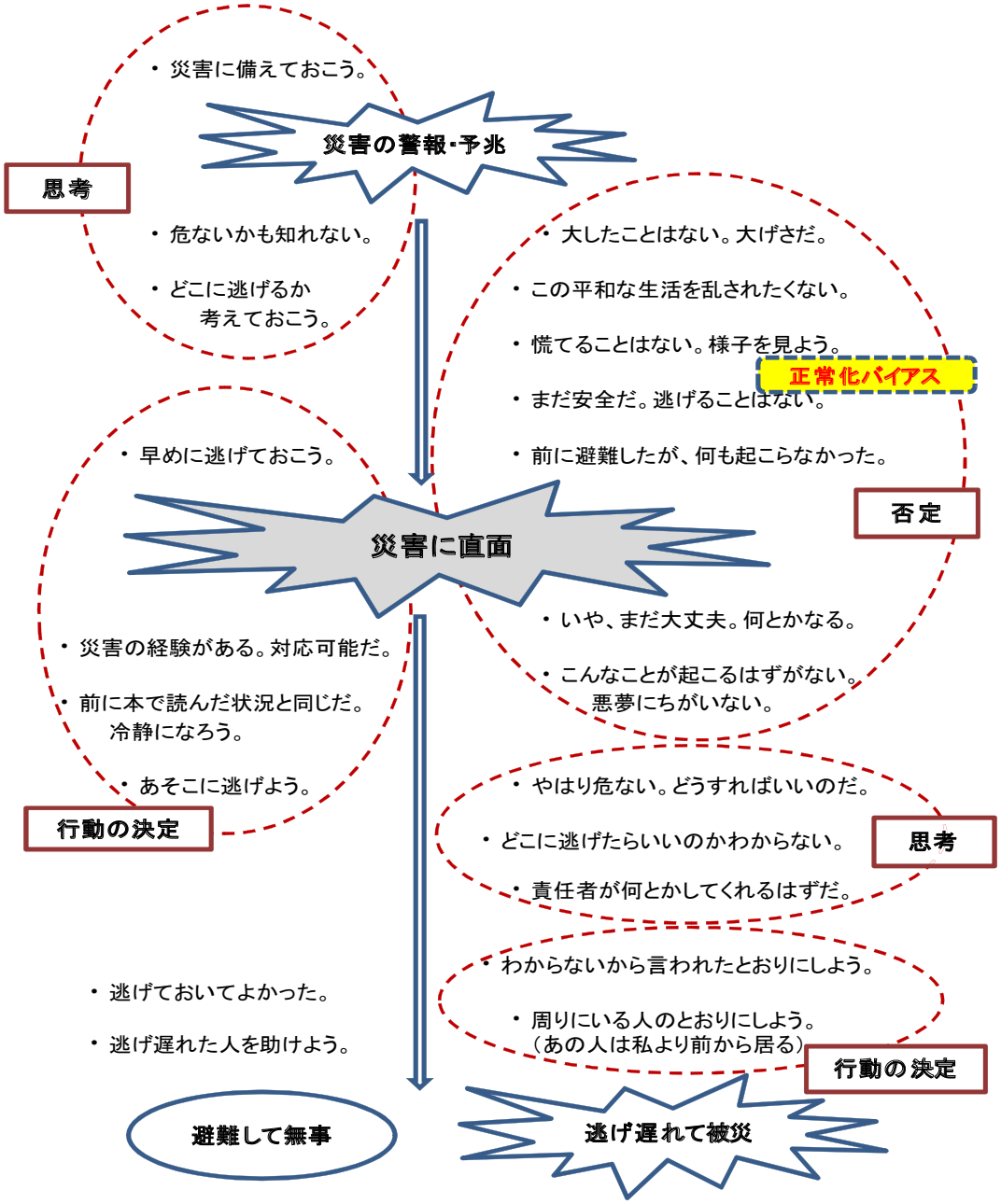


図 6　災害時の人間の心理（避難して無事な人と逃げ遅れた人の心理）

＜参考文献＞

1）アマンダ・リプリー（岡真知子訳）：生き残る判断　生き残れない行動，光文社，2009 年

2）Amanda Ripley: The Unthinkable　who survives when disaster strikes -and why, Arrow Books, 2009

3）広瀬弘忠：人はなぜ逃げ遅れるのか　-災害の心理学，集英社（新書版），2004 年

4）山村武彦：人は皆「自分だけは死なない」と思っている，宝島社，2005 年

６．いのちを守る知恵と技術

Knowledge and technology to protect the life

災害をⅰ素因、ⅱ必須要因、ⅲ拡大要因に分けて考えると分かり易い。自然災害に関するリスクの概念定義はまだ明確ではないものの災害の発生確率に脆弱性を乗じることによって危険性が表される。脆弱性の低減と回復力の増強がリスクへの対策となる。減災には「対抗」「回避」「緩衝」の技術がある。災害対策は対抗だけでなく、多様な技術の組み合わせが必要である。

キーワード：災害論、リスク論、脆弱性、回復力、Fool―Proof、Fail－Safe

佐藤　隆雄　Takao Satoh　（建設部門）

１．災害とは何か？

災害とは一体何なのか？　皆さんはどう思うのか？　例えば、一昔前まで、豪雪地帯においては大雪が降っても、それは災害にはならなかった。何故だろうか？　これらの地方の人々は、数か月に及ぶ大雪に備えて、薪や食料や水を蓄え、無事に冬を過ごせるよう自給自足の生活をしていたからだ。しかしながら、今のように、生活の都市化（生活の電化化や車社会の普及など）が進むと、自給自足の生活様式が変わり、電機や車に頼る生活様式になり、大雪によって電気が止まったり、交通が途絶したりすると、途端に生活が維持できなくなり、次第に雪害と呼ばれる災害に変化してきたといえる。

かつて、佐藤武夫氏は、『災害論』（勁草書房：1970 年）という本において、災害発生のメカニズムについて、ⅰ素因、ⅱ必須要因、ⅲ拡大要因、という概念を用いて説明している。

ⅰ素因とは、災害を引き起こす元となるエネルギーを表し、自然災害を引き起こす地震であったり、台風であったり、火山の爆発であったりする、また、火災であれば、マッチや焚火などの“火の元”のことだ。

ⅱ必須要因とは、建物であったり都市、交通であったり、産業機能であったり、火災においては可燃物のことを言う。

そして、この素因と必須要因が結びつくことによって、災害が発生すると言う。つまり、素因の存在だけでは災害にはつながらないのだ。当たり前のことのようだが、誰も住んでいない砂漠のようなところで地震が起きても、それは災害とは呼ばない。しかし最も重要な点は、ⅲの拡大要因である。

ⅲ拡大要因とは、素因と必須要因が結びついた現象をさらに大きくする要因のことだ。地震で言えば軟弱地盤のことであり、水害で言えば河川近傍地や低地のことである。また、火災で言えば木造家屋の密集地域などのことである。

つまり、大規模な地震が発生しても、地盤が強固な地域であれば、大きな災害には至らない。軟弱な地盤の上に都市があったりすると大きな被害につながるのだ。もちろん、必須要因である建物や各種、すなわち交通施設や産業施設、通信施設などの耐震化が図られていれば、これも災害にはつながらない。また、大雨が降っても、まちや都市が高台にあれば被害は軽減される。

少々分かり難い言い回しだったかも知れないが、ここまで書けば、ご理解頂けたのではないかと思うがどうだろうか。

実は、この佐藤武雄氏の研究は、我が国の災害対策基本法制定の契機となった、あの昭和35年に発生した伊勢湾台風の調査研究から生み出されたものなのだ。防災・減災を考えるための必読文献かと思う。

２．　リスク論って何？

近年、テレビや新聞などで、リスクと言う言葉が頻繁に使われている。リスクが大きいとか、リスクを回避しなければ、とかである。リスクとは一言でいえば、“損失”ということだが、問題なのは、何の要因による“損失”なのか、ということだ。つまり、金融リスクとか、環境リスクとか、衛生リスクとか、様々な分野でこのリスク論が使われているが、これらを混同してはいけないと思う。

そもそも、リスクという語源は、フィヨルドを航海する船頭さんの言葉のようである。あの、ぎざぎざの岸を航海するに当たって、「いつ、どこに、どんな危険があるか分からないので、あらかじめ、それを察知しておくとか、察知する能力を有しておく」と言った意味らしい。同様の言葉は、中国の漁師さんの間にもあるらしい。

我々は、自然災害におけるリスク論を展開しなければならないし、する必要があると思う。しかし、残念ながら、自然災害に関するリスク論の概念定義はまだ明確にはない。

私は、かつて、福沢諭吉が、Libertyを「自由」と訳したように、あるいは西田幾太郎がPhilosophyを「哲学」と訳したように、Riskも同じように的確な日本語に訳すことが必要だと思っている。

ところで、自然災害におけるリスクの回避とは、どのようなことを指すのだろうか？　一般的に自然災害における災害対策は、以下のように進められている。

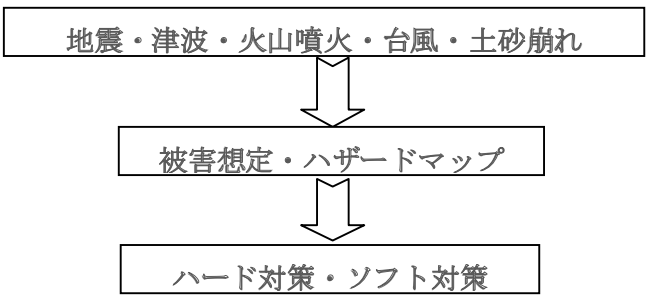


図１　一般的災害対策のフロー

つまり、自然の外力によって、どのような被害が想定されるか、どのような危険性が予測されるのか、を明らかにする。例えば、地震であれば、建物がどの程度倒壊するか、とか、地盤の揺れがどの程度になるか、といったものである。そして、建物の耐震化を図るとか、避難の方法を示すとかのハード・ソフトな対策を講じると言った具合である。しかしながら、この被害想定や

ハザードマップというものは、ある与条件の元での一定の想定に過ぎず、確実なものではない。リスク論においては、よく不確実性という言葉が用いられる。つまり、危険とか、損失には、常に不確実性が伴う、と言うことである。

今回の 311 東日本大震災では、「想定外」と言う言葉が多用された。地震は、何年かの間に、繰り返し発生するものだが、それは、地震の規模によっても異なる。例えば、M=８クラスの地震は、概ね、100 年～200 年に 1 度の割合で発生しているが、今回のような M＝９クラスの地震は、概ね 800 年から 1000 年に 1 度の割合で、発生している。これまでの予測は、概ね M=８ラスの地震を想定しており、M=９クラスの地震は想定していなかった。このことから、「想定外」という言葉が多く用いられたのだが、このように、想定というものは、ある限られた条件の元に行われているのであり、異なる条件の元で想定した場合は結果が異なるものであり、リスク論の考え方からすると、一個の想定だけを元に考えていると外れる場合が多く、相当幅広い想定を考えて置く必要があり、基本的には、常に不確実性があるということを認識しておく必要がある。

また、リスク論には、脆弱性という言葉もある。これは、弱さを表す意味だ。つまり体力が弱っていると病気にかかりやすい、とか、軟弱地盤の上に作られたまちは建物が壊れやすい、と言ったことだ。佐藤武夫氏の言葉に置き換えると、拡大要因に当てはまる言葉である。

この脆弱性は、ある程度指標化できるものだ。例えば、軟弱地盤とか、都市の過密性などである。

さらに、回復力（レジリエンシ―）という言葉もある。これは、与えられたダメージから立ち直る力を意味し、内在化している力を元にしつつ、何らかの促進剤を与えることによって、さらにその回復力を増強する、と言うこともあり得る。

すなわち、リスク論的に考えられる自然災害の捉え方は、災害の発生確率に脆弱性を乗じることによって危険性が表されるというものである。先の一般的な災害対策との比較で表すと下図のようになろう。

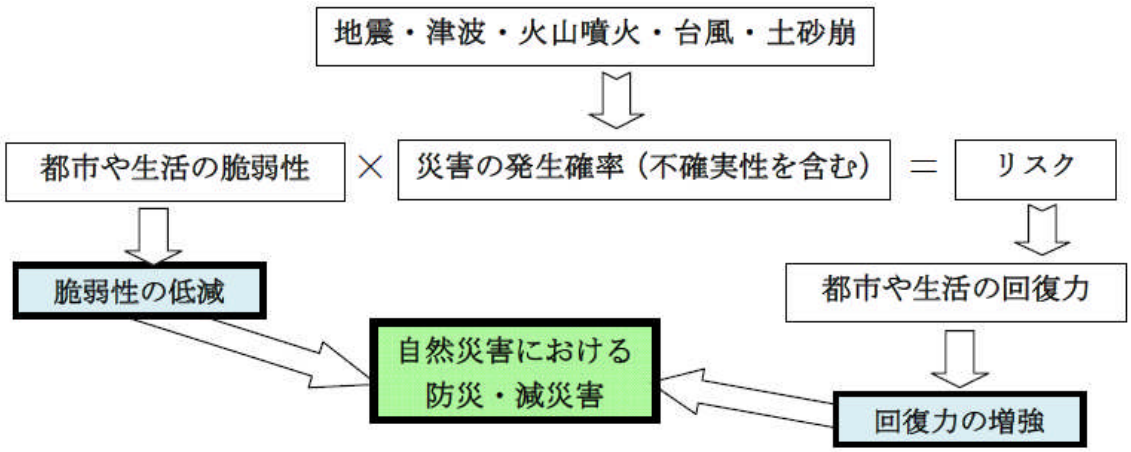


図２　リスク論的災害対策のフロー

３．防災・減災技術の考え方

自然災害における防災や減災の考え方には、以下の３つの方法がある。

第１は、対抗の技術だ。これは、自然の外力に対して、力で立ち向かうと言う考え方である。例えば、今回の 311 東日本大震災における復興の議論の１つに、津波防災のための防潮堤の議論がある。数百年に１度起きる程度の地震津波に対して、それを防ぐために 10 数メートル以上の高さを有する防潮堤の建設が提起されている。これが、端的な対抗の技術と言える。つまり、力に対して力で対抗する技術である。

第２は、回避の技術だ。これは、力に力で立ち向かうのではなく、力から逃げるという技術である。今回の 311 東日本大震災における議論で言えば、防潮堤に頼らず、住宅等の高台移転や命だけは助かると言う避難対策に力を入れる考え方だ。

第３は、緩衝の技術だ。これは、全面的に力を防ぐのでは無く、力を和らげると言う技術である。今回の 311 東日本大震災における議論で言えば、防潮林などがこの考え方につながると思う。

私は、自然の外力に対して力で対抗という考え方だけでは駄目であり、多様な技術の組み合わせが必要だと考えている。何故なら、力に対して力で対抗するという考え方は、その力を超える自然の外力が発生した場合には、いとも簡単に壊れてしまい、災害の外力を防ぐことは出来ないからだ。

そして、また、対抗の力を信じて、安全だと思ってしまう、安心感を与えてしまうこともまた問題だと思っている。今回の 311 の東日本大震災の事態は、そのような事例をたくさん示している。それよりは、絶対の安全性は確保出来ないかも知れないが、緩衝の技術と回避の技術を組み合わせた対策の方が、よりリスク論的対策と言えるのではないか？　と考えている。

技術の応用には、Fool―Proof と Fail－Safe の原則というものがある。

Fool―Proof というのは、パニック状態になっても助かるという考え方であり、ビル火災などで、地上階の階段と地下につながる階段を分けておき、避難の際に、必然的に１階から外に避難出来るようにしておく、といったものだ。

Fail－Safe というのは、仮に失敗しても、必ず安全側に作用するようにしておくということだ。技術者の心得である。

◎　回避と緩衝の技術の行使例：我国最古の防災対策法：養老律令（７１８年）

「凡そ倉は高燥の処に置け、側らに池渠を開け、倉を去ること五十丈の内に館舎を置くことを得ざれ」と書かれており、母屋が火災ににあっても大切な倉に延焼が及ばないようにするとともに、万が一延焼が及びそうな時には、池の水で消火できるようにして置くべきことが定められている。

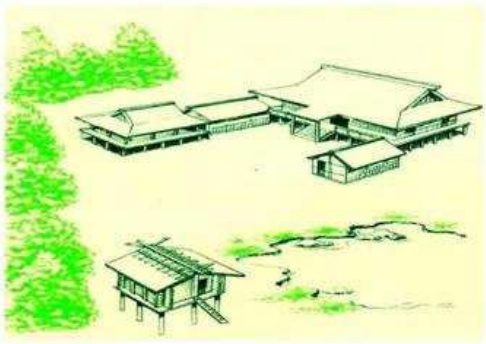


図３　倉の高燥配置と池渠の配置イメージ

参考資料　2011.8～2012.8 の災害発生状況とトピックス

※地震は Mw7.0 以上を掲載

2011. 8: 8/21　バヌアツ諸島の地震（Mw7. 1 と Mw7.0 の２回）
8/24　7/24 から 8/1 まで続いた新潟・福島豪雨による災害について激甚災害指定
8/30～9/6　台風 12 号による大雨

9: 9/ 4　バヌアツ諸島の地震　(Mw7.0)
9/15～9/22　台風 15 号による暴風・大雨
9/16　フィジー諸島の地震　(Mw7.3)
9/26　8/29 から 9/7 まで続いた三重県・奈良県・和歌山県を始め全国に甚大な被害をもたらした台風 12 号による暴風雨及び豪雨による災害について激甚災害指定
9/28　中央防災会議「東北地方太平洋沖地震を教訓とした地震・津波対策に関する専門調査会報告」

10:10/19 9/15 から 9/23 まで続いた台風 15 号とこれから変った温帯低気圧により全国各地に甚大な被害をもたらした暴風雨及び豪雨による災害について激甚災害指定
10/22 ケルマデック諸島（南太平洋ニュージーランド領）の地震　(Mw7.4)
10/23 トルコの地震　(Mw7.2)

11:11/18 鹿児島県 大島郡徳之島町の竜巻　(F2、死者３)

12:12/14 パプアニューギニア、ニューギニア東部の地震　(Mw7.1)
12/23 7 月から始まったタイ洪水※の終息宣言
(スクムパン・バンコク都知事)
※　自然災害による経済損失額の大きさでは、東日本大震災、阪神大震災、ハリケーン・カトリーナに次いで史上４位

2012. 1: 1/11 インドネシア、スマトラ北部西方沖の地震　(Mw7.2)

3: 3/21 メキシコ、ゲレロ州の地震　(Mw7.4)
3/26 チリ中部沿岸の地震　(Mw7.1)

3/29 中央防災会議「防災対策の充実・強化に向けた当面の取組方針」決定

１．基本的な方針

大震災から概ね２年となる平成２４年度末までに可能な限り中間報告の提言内容を具体化し、実施することを目指す。このうち、特に速やかに取り組むべきものについては、平成２４年中頃までの実施に努める。

２．実施済み又は平成２４年中頃までに実施すべき主な取組

（１）地震・津波対策の全般的な見直し

津波避難対策に関する検討を更に進め、津波から迅速かつ円滑に避難できる方策を本年中頃にとりまとめる。

（２）南海トラフの巨大地震への対処

当面実施すべき南海トラフの巨大地震対策を本年中頃にとりまとめる。

（３）首都直下地震への対処

当面実施すべき首都直下地震対策を本年中頃にとりまとめる。

首都直下地震対策局長級会議において、各府省庁業務継続計画の検証・強化、政府横断的な業務継続のあり方の検討を行う。

（４）火山災害への対処

大規模火山災害にも対応し得る総合的な火山防災体制を構築するため、制度的枠組みを整備する。

（５）首都圏の大規模水害への対処

首都圏における大規模な水害への対策に関する大綱をとりまとめる。

（６）防災計画の見直し

原子力規制庁の発足に合わせて、原子力災害対策体制の見直しを内容とする防災基本計画の修正を実施する。

（７）災害対策関連法制の見直し

大規模災害時における対応の円滑化、迅速化等、緊急性が高いものから法制化の検討を進め、関連法案の国会への提出を目指す。

3/30 東京都「帰宅困難者対策条例」公布（2013 年 4 月から施行）

2012. 4: 4/ 3～ 4/5　西日本か北日本にかけての広い範囲で低気圧による暴風・高波

4/11 インドネシア、スマトラ北部西方沖の地震　(Mw8.6)
4/12 メキシコ、バハカリフォルニア州の地震　(Mw7.0)

4/18 東京都防災会議地震部会「首都直下地震等による東京の被害想定」公表

5: 5/ 6 茨城県常総市の竜巻（F3、死者１、負傷者 37）
栃木県真岡市の竜巻（F1～2、負傷者 12）

7: 7/11～14 九州北部豪雨※
（熊本県、大分県、福岡県：死者 21、行方不明 8）
※　熊本県阿蘇市阿蘇乙姫：7 月 11 日 0 時から 14 日 24 時までに観測された最大 1 時間降水量が 108.0 ミリ、最大 24 時間降水量が 507.5 ミリとなり、それぞれ観測史上１位の値を更新。

8: 8/ 3　6/8 から 7/23 にかけて一連の気象現象としての梅雨前線及び台風 4 号により九州地方を中心に全国各地に甚大な被害をもたらした豪雨及び暴風雨による災害について激甚災害指定

8/13～8/14　近畿中部を中心とする前線による大雨※
（死者 1、行方不明 2）
※　8 月 13 日 0 時から 14 日 24 時までに観測された最大 1 時間降水量観測史上 1 位の値を更新。
・大阪府枚方市枚方：91.0 ミリ
・京都府京田辺市京田辺：78.0 ミリ

8/14　オホーツク海南部の地震　(Mw7.7)
8/27　中央アメリカ沖の地震　(Mw7.4)
8/29　南海トラフの巨大地震に関する津波高、浸水域、被害想定の公表（中央防災会議防災対策推進検討会議南海トラフ巨大地震対策検討ワーキンググループ）

編纂者プロフィール

執筆者

藤田　嘉美（ふじた　よしみ）
技術士（電気電子部門）
藤田技術士事務所　所長
高速光空間通信網推進協議会技術顧問
e-mail: r_fujita@td6.so-net.ne.jp

菊地　章（きくち　あきら）
技術士（建設部門）
一級建築士、労働安全コンサルタント（建築）
一般財団法人　建築保全センター
e-mail:ky-kikuchi@kzt.biglobe.ne.jp

山口　豊（やまぐち　ゆたか）
技術士（建設部門）
株式会社新日本エグザ　理事
e-mail: y-yamaguchi@shinnihon-exa.co.jp

橋爪　慶介（はしづめ　けいすけ）
技術士（総合技術監理部門、建設部門）
一級建築士、一級施工管理技士、他
DEXTE-K　代表
e-mail: hashikei@dexte-k.com

上野　雄一（うえの　ゆういち）
技術士（建設部門、総合技術監理部門）
日本工営株式会社　国土保全事業部
副技師長
e-mail：ueno-yc@n-koei.jp

佐藤　隆雄（さとう　たかお）
技術士（建設部門）
独立行政法人　防災科学技術研究所　客員研究員
関西学院大学復興制度研究所　研究員
技術士事務所　安全・安心な社会創造研究所代表
e-mail:sato@arecss.jpn.org

編集者

川原　伸朗（かわはら　のぶお）
技術士（総合技術監理部門、建設部門）、
APEC エンジニア（Industrial）、EMF 国際エンジニア
一級建築士、再開発プランナー
株式会社オリエンタルコンサルタンツ
e-mail:kawahara-nb@oriconsul.co.jp

公益社団法人日本技術士会 防災支援委員会｜減災ワーキングチームB編著　2012年9月