建築防災、2017年12月号

防災設備の作動信頼性を定期点検結果から考察

大規模流通施設の防災のあり方

辻本　誠（つじもと　まこと）
東京理科大学　嘱託教授

1．何が見えているのか

火災事故そのものの問題点については、小林先生の説明に詳しく解説されているので、小生は少し異なる視点から、この事故を俯瞰し、将来への展開を考えてみたい。

まずネット注文に対応する施設の火災ということで、ネット上での動きを見る。

https://www.askul.co.jp/kaisya/ir/releases/ で火災事故からの ASKUL の IR（Investor Relations）サイト[註 1)] を見ると、火災発生を告げる第一報（2 月 16 日）から鎮火の第 11 報（2 月 28 日午後 7 時 50 分）までに 11 回、詳細な事故報告をしていると同時に、第 11 報の直前に「事故物件の資産等について」という報告があり、当該物件の資産内容および保険の種類（火災保険、運送保険）とその保険の支払限度額まで開示されている。（この動きは東日本大震災時の原子力発電所の HP 上での展開[註 2)] とよく似ていて、昨今の情報開示の流れによるものと判断される。実際、上記の IR サイトには「IR サイトについて」というページがあり、ここでの「財務省関東財務局の EDINET（電子開示）、株式会社東京証券取引所の適時開示情報伝達システムからデータを生成し」との記述から、金融系のコントロールのもと、情報開示が行われていることを推察させる。

このような詳細な情報開示の理由は、アスクルや電力会社が上場企業として一般投資家から資金を集めて運営されているので、日本証券業協会の示す会社情報開示の意義[註 3)] に説明されている通り、株価に影響を与えるような情報の適時開示が求められるためである。

アスクルのケースでは、基幹事業の要である物流センターが火災で機能停止したため、売上、資産価値、利益の全てにおいて大きな影響を与える懸念があり、投資家に対して開示を怠ったと問題視されることがないように行動した結果が一連の情報開示と判断される。

もう少し、この IR サイトに付き合って頂くと、4 月 5 日には被害総額（101 億円）が、5 月 15 日には支払われる火災保険金（28 億円：損害保険金の支払限度額 25 億円に付加的な費用分）および運送保険金（21 億円：支払限度額 21 億円）で合計 49 億円がアスクルに支払われること、9 月 14 日には図 1 のように、この火災により ASKUL 全体の出荷能力がどれだけ減じたかも明らかにされている。

ちなみにアスクル HP の環境・社会活動報告では、Special Issue として当該「ASKUL Logi PARK 首都圏」の稼働（2013 年 7 月）を取り上げ 5)、東日本大震災の教訓として強靭な BCP（事業継続計画）に基づいた設計になっていることを強調している。

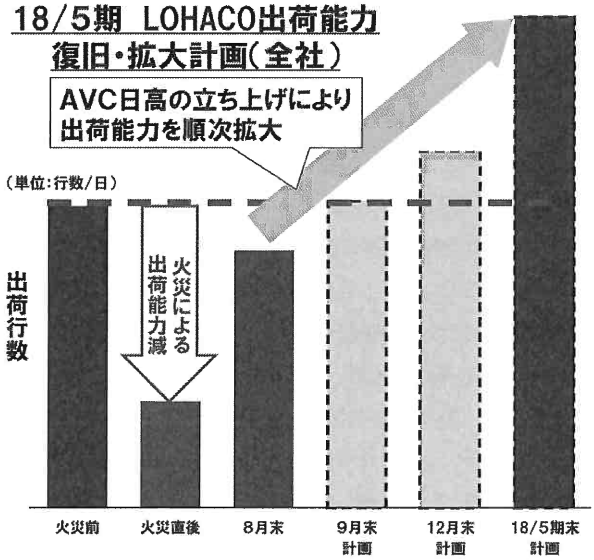

図 1　アスクルの 2018 年 5 月期第 1 四半期連結業績概要
http://pdf.irpocket.com/C2678/aRgx/tvRE/FhW4.pdf の 10 頁による

冗長になるのを覚悟で、このような施設で地震対応をどうしているかについても説明したい。一般に言う公的な地震保険制度は、住居として使用されない建物を対象としていないため、一般建築物の損害保険に地震保険特約を付保する場合、保険料が高額になるし、情勢によっては引き受ける保険会社が見つからないこともありうる。当該物件が地震保険をどうしていたのかは、さすがに公開情報では追いきれないが、上記 HP での「当センターの立ち上げに際しては、棚の転倒防止、防火シャッターの落下防止など、震災の教訓がセンターの隅々にまで生かされた設備設計になっています」との記述からも、耐震面で当該建物が法的に要求されるレベル以上の耐震性を有するように設計されていた可能性は高い。実際、建築構造の分野では（正しいかどうかは別に）確率論的に PML（予想最大損失額）[註4] を計算する手法が確立していて、経済則に乗りやすく、耐震性を上げるコストがそれほど高くなければ、経済的な合理性で耐震強度を法的規制よりも高いところに設定することは容易に選択される。

一方で、火災安全については、火災保険で支払われた保険金が物件価格を大きく下回ることからの推測であるが、火災保険で「付保割合条件付実損払特約」[註5] を選択したと考えられ、今回の火災のようにシャッターが閉まらず防火区画が次々と突破され、防火区画 30 個分に相当する 4 万 5000 ㎡が焼損してしまうことは考えていなかったと判断される。このシャッターの信頼性と火災保険については「4. どこまで燃えることにするか」で検討する。

もう一つの公開情報で、小生が注目しているのは、消防庁と国土交通省が合同で行った委員会の報告書[文1] で、防火シャッターの閉鎖状況とそれに関する感知器等の信号のやり取りに詳しい説明があるのに加えて、31 頁には、自動火災報知設備について、火災事故前年の 11 月の点検結果において、全 191 警戒区域、感知器総数 3,143 個中、4 警戒区域、感知器 4 個に指摘があったことが記述されている。小生の知る限り、この種の報告書では定期点検での不備の有無を記述するにとどまり、感知器の故障率を推定できる点検結果が記載されることは例が無く、一歩進んだ報告として捉えている。

ここまでをまとめると、

①事故案件については、会社情報の開示基準に則って、火災による経済的損害について詳細な情報が開示されている。

②国による調査委員会で、事故以前に行われていた定期点検の結果が開示されており、防火に関連する設備の故障率を推定できる。

③耐震設計の分野では、PML や BCP（事業継続計画）によって、法規制により求められる強度とは異なる判断も行われている一方で、火災安全の分野では法規制に準拠し、信頼性を配慮した判断はしていなかったように見える。このため当該建築では、全焼の可能性を考えないで火災保険を選択していたと考えられ、結果として火災により 52 億円にのぼる直接の経済的損失が出ている。

2．何がしたいのか

ここで、なぜ長々とこんな話をするかについて、少し説明する必要があろう。筆者らは新宿歌舞伎町の雑居ビル火災（2001 年 9 月 1 日、死者 44 名）以来、質の悪い建築への投資が金融面からできなくなれば、（建築法規による規制よりも効率的に）悲惨な事故が減るだろうと考え、その方向の展開に意を注いできた[文2]。そして、この問題に対する解として、法的適合性を、投資するかどうかの重要な判断材料の一つとする建築物の証券化に注目し、建築設備の定期点検結果では、J-REIT の投資物件のように不動産証券化された建築物のほうが、それ以外の一般の建築物と比べて非常用照明装置、排煙設備の故障率が低いことを明らかにしてきた[文3]、[註6]。文献 2）の註 1）では以下のように述べている。

『近年、日本でも不動産証券化とよばれる取り引きが盛んになってきている。不動産証券化とは、例えばオフィスビルのような収益性の高い不動産を対象に、その不動産及びそこから生れる収益のみを金融取引の対象とすることである。建物に降りかかる自然災害は、当然、当該不動産収益を左右する大きな要因になるので、金融取引の当事者にとっては大きな関心事である。不動産証券化取引では必ずといって良いほど、建物の耐震性能に関する調査レポートが添えられ、その調査結果によっては投資リスクに見合った地震保険を付保し

たり、耐震改修工事を行ったりしているが、一時代前の不動産取引では、自然災害リスクを個別分析するといった行為は極めてまれだったことからも、建築物の災害リスクと投資は新しい関係に入ったとも言える。

一方、安全を対象としてきた、エンジニアの視点からはどうであろうか？火災や地震といった自然災害を対象に人命に関わるリスクとの格闘はエンジニアにとって宿命的なテーマであることは疑う余地も無いが、経済的なリスクを対象にエンジニアが投入してきた労力はどれほどであったか。それは、長期にわたる拡大成長を前提にした経済環境の中で、扱わなくとも十分吸収できたリスクだったのかもしれないし、あえてそういった分野では声を上げないほうが、全体の利益をかさあげするのには好都合、言い換えれば超過収益機会にどっぷりと漬かっていたのかも知れない。

不動産証券化時代の幕開けは不動産（特にここでは建築物）がダイレクトに投資対象になることを意味し、エンジニアの経済性能に対する評価をマーケットが実際にどれだけ評価するかが、試されることになる。これからのエンジニアにとっては、施主・役所だけでなく投資家とも対峙することが求められる時代が近い。(このコメントは竹之内哲次による)』

以上『　』のコメントは、16年前のものであることに留意してほしい。上記のまとめで書いたように、バブル崩壊からリーマンショックを経て、土地から建物の付加価値へと注目が移り、法的適合性を含めた情報開示によって、ようやく火災安全の領域も経済性能をマーケットに評価されるレベルに近づいている。

3．何ができるようになったか

さて、筆者の専門とする分野で16年前と比べて変わった点を二つ紹介する。ひとつは2008年に定期検査報告制度の改正で、検査時の測定結果の提出方法が変わり、検査結果（個々の機器の状態）が報告されるようになったことである。

筆者が大学院生の頃、防災設備を実際に試験してみると、装置そのものがしばしば動かないことが気になった。たとえば、排煙口の作動（開放）は航空機の操縦システムにならって、排煙口開放装置に繋がれた鋼線ワイヤーのテンションに依っていたため、装置から排煙口までの距離が長いとワイヤーがもつれたり、曲がりの部分で滑車から外れたりして、竣工直後の装置でもメカニカルに故障していることが多かった。排煙設備だけでなく、防火区画を形成する防火シャッターなり、防火扉は、当時、大きな火災事故のたびに、閉鎖しなかったことが被害拡大の要因として挙げられていたし、実際に超高層ビルの竣工検査に同行しても、何百枚とある防火戸の3－5%は正常に作動しなかった。

当然、行政も防災設備の作動信頼性には危惧の念を抱いて、1971年には定期調査、定期検査報告制度を創設して、防災設備などが適正に管理されているかどうかを、国家資格を有する検査員が一定期間ごとに結果を行政機関に報告することとして今に至っている。

しかし、行政庁に報告するのは「指摘なし」「要是正」のどちらか一方で、検査対象の設備が全体として問題があるか、無いかを示すものとなっていて、個々の設備の故障率（信頼性）には踏み込んでいなかった。さらに、このやり方では設備の個数が多い大規模な建物では押しなべて「要是正」になってしまって、機器の信頼性は配慮されずにいた。この点について上記の2008年から一部の行政庁だが報告書に記述の仕方が改善されて、防災設備のうち、非常用照明装置と排煙設備については、故障率が推定できるようになった。

以下、この措置により何が見えるようになったかを、非常用照明装置を例に説明する[文4)]。都内特定行政庁の協力を得て収集した1,167棟（延べ床面積1万㎡以下、確認済み証交付年ごとの棟数は図2参照）では非常用照明（蓄電池内蔵型）の故障率は、平均で白熱灯5.4%(3,358灯/61,958灯)、蛍光灯4.5%（1,337灯/29,760灯）である。故障は経年変化によるところが大きいので、図3のように確認済証交付年をX軸に、各年の故障率（各年の建築物に設置されている非常用照明数で故障数を割ったもの）を示してみると、X軸の左側で値が高く、右側で値が低くなる。すなわち、電球の切れや蓄電池の寿命により照明の設置から蛍光灯では14年、白熱灯では7年経つと故障率が上昇する。ただ、蛍光灯では2009年と2011年の値が高く、装置の老朽化が起こるタイミングとは思えないために、データの信頼性が疑われた。そこで、

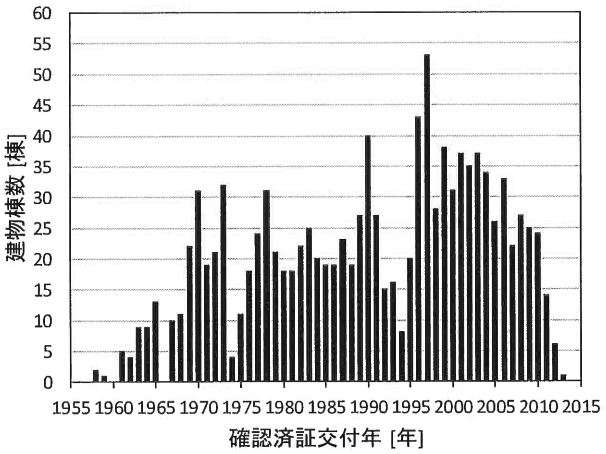

図２　確認済証交付年と建物棟数の関係（N=1167）

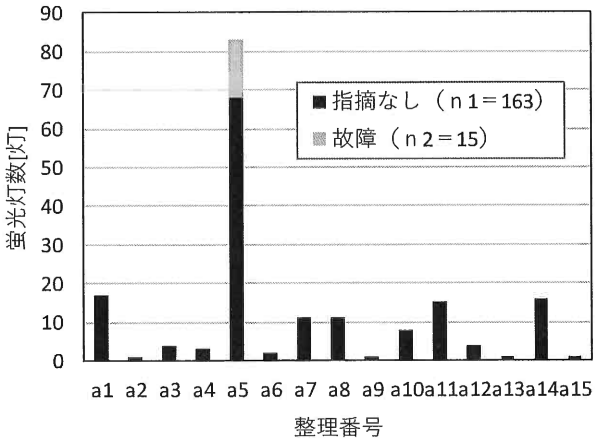

図４　確認済証交付年が 2011 年の各建築物での内蔵型蛍光灯の設置数と故障数

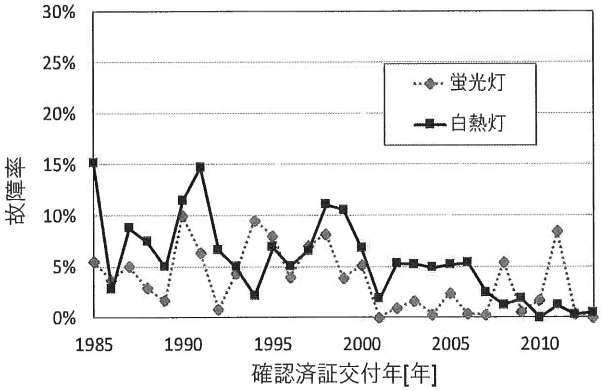

図３　確認済証交付年ごとの蓄電池内蔵型白熱灯・蛍光灯の故障率

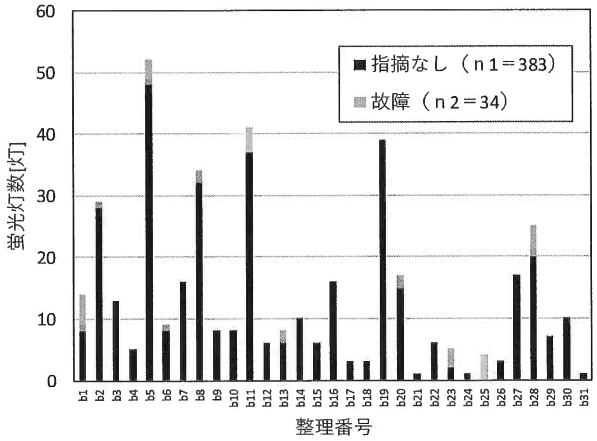

図５　確認済証交付年が 1998 年の各建築物での内蔵型蛍光灯の設置数と故障数

それぞれの年で、個別の建物の故障率を表示してみると、図 4、図 5 のようになった。蛍光灯で設置されてからあまり年数が経過していないにもかかわらず故障率が高い 2011 年のデータ（図 4）を詳細にみると、この年に確認済証交付を受けた 15 棟の内 1 棟だけが高い故障率で、これがその年の故障率を引き上げている。この建物はどうやら特殊な理由（大規模改修）で実際には老朽化していることが高い故障率になっているようである。一方、1998 年のように確認済証交付から年数が経過した建築物（図 5）では、それぞれで故障の可能性が高くなるため、31 棟の内 11 棟で故障が見られた。故障が程よくそれぞれの建物に分散していることがわかる。報告の仕方が変わった結果、このように検査時の各設備の信頼性が確認できるようになったことは画期的な変化であり、作動信頼性に基礎を置く管理の仕方が可能になることを示している。

二つ目の変化は、当該建物で故障率が問題になった防火シャッターも 2016 年から専門の防火設備検査員による定期点検が義務付けられた点である。導入の契機は、2013 年に発生した福岡市の診療所火災事故である。この事故では防火扉が閉鎖せず、10 名の犠牲者を出した。この制度は始まったばかりで結果を判断するには時間が必要だが、非常用照明装置と同様に個別の機器の状態が報告されることになっており、長年の懸案事項である防火扉の信頼性についても、以下で述べるような具体的な対応が期待できる。

この結果、上述②の火災感知器に加えて、建築基準法関連の防火設備（非常用照明設備、排煙設備、防火扉・防火シャッター）の作動信頼性が定期点検結果から推定できる環境が整いつつある。

4．どこまで燃えることにするか

さて、近未来に、防火シャッターの平均的な閉鎖信頼性と、管理する建物での定期検査の結果から、その建物での閉鎖信頼性が推定できる状況になることを前提に、当該の火災事故を対象に、防火シャッターの信頼性と火災被害（焼損面積）がどうなるか考えてみよう。

今回の火災では、建物2階の防火区画は3-7枚の防火シャッターで形成されている。仮に面積1,500 ㎡の防火区画が線状に繋がり、一区画を形成する防火シャッターは7枚で、そのうち1枚でも閉まらないと隣の区画に延焼するとした場合（実際の防火区画は田の字を続けたような構成で、燃え広がりのパターンははるかに複雑である）、個々のシャッターの信頼性が均一だとして、閉鎖信頼性が0,9だと確率52%、閉鎖信頼性0.95でも確率40%で隣の区画に延焼することになる。隣の区画に延焼する確率を 2%以下にしようと思うと、閉鎖信頼性は0.9971以上、すなわち1,000枚検査して故障3枚以下にしなければならず、現状の建築では実現できない値である（と筆者は判断している）。当該建物での防火区画の構成は複雑で、仮に2つの区画間の直接の開口は閉鎖されたとしても、他の区画を経由して延焼するルートもあり、延焼を止めることがかなり厳しい。このことは本稿の執筆作業で実際の図面を見て、初めて気付いたことである。少し達者な学生が居れば、区画構成とその間のシャッターの数で、ある区画からの出火による延焼面積の最大値（例えば、生起確率2%以下）を計算することが可能であり、このような計算から、火災保険をどのレベルで掛けるかも決めることが出来る。この計算の際、上述の平均的な閉鎖信頼性を用いることもできるし、保険料を下げるためにより高い閉鎖信頼性の値の防火シャッターとすることもできるが、どちらにせよ定期点検の結果が、これを支持する値になるように維持管理される必要がある。これは定期検査という行為が、これまでの「お上の指示で検査して報告する」から「信頼性が計画の範囲にあるかどうかを確認する」に画期的に変化することを意味する。計算には、信頼性を上げるためのコスト、点検費用、損害期待値、火災保険料が用いられ、信頼性に伴う経済性能がマーケットに評価され、法規制を超えた選択がされる可能性もある[註8)]。

さて、上記はあくまで単純化した話であって、現実はもっと複雑である。この火災事故の報告書[文1)]の34頁には、「約60%の防火シャッターが正常に作動していない」との記述があるが、不作動の理由は、シャッターの単純な機械的閉鎖不良だけではなく、火災の進展が急激で、制御系が火災を感知して作動信号を出す前にダウンしたことやシャッター下のベルトコンベアによる不具合などの他の影響もあり、今後の課題として残っている。

5．おわりに

本稿では、「機械は必ず故障する」、そして「機械は適切に維持管理すれば一定の信頼性を保てる」ことを前提に、防火シャッターの閉鎖信頼性と焼損被害の関係から、火災対策においても耐震対策と同様、求める性能のレベルを市場に判断させる方法論が存在することを示した。このためには定期点検データをうまく利用して、防火設備の信頼性に関する情報が一定の条件の下に公開されるとともに、IRと呼ばれる企業側での情報開示も重要な役割を果たすと考えられる。

ただし、道はまだ遠いことも確認しておきたい。本稿では「財産（事業継続性を含む）を守る」に注目して論を展開しているが、求められる性能は「利用者の命を守る」と「財産を守る」の両方であり、それぞれを分けて考える必要がある。そして、「利用者の命を守る」ために求められる信頼性に有限の値を設定することは、かなり困難である。筆者は、定期報告の現状のデータから得られる値の平均値を、暫定的に目標値にし、この値を定期的に見直す（社会が健全であれば次第に信頼性が上昇する）ことを、文献4）で提案している。

随分と長文になり、やたらと註文の多くなってしまった稿に最後まで付き合って頂いた読者に深く感謝いたします。

註

註 1）IR サイトについて

http://irpocket.com/2678/notice.html

『掲載されている情報の一部につきましては、財務省関東財務局の EDINET（電子開示）、株式会社東京証券取引所の適時開示情報伝達システムからデータを生成し、(株)マジカルポケットから提供を受けております。

なお、提供する情報につきましては、第三者による改ざん、システム誤作動、情報制作過程の人為的ミス等を防止すべくできる限りの努力を致しておりますが、情報の真実性や正確性を保証するものではないことをあらかじめご了承ください。』

IR（Investor Relations）とは：ウィキペディアによると「企業が投資家に向けて経営状況や財務状況、業績動向に関する情報を発信する活動をいう。」企業にとって投資家が必要とする情報をすばやく的確に提供し、株主と良好な関係を作っていく必要性は大きくなってくる。IR 活動は既存の法定ディスクロージャーと違い、どういう情報を、どれだけ、いつ開示するのか、すべて企業側に任されており、基本的に自由な活動である。従って、これを活用すれば、良好な企業イメージ作りに貢献する余地は大きいと見られる。実際、IR 優良企業は株価も高い場合が多く、この点でまさに市場に受け入れられる企業になっている。

註 2）

http://www.tohoku-epco.co.jp/m/emergency/9/1182221_1847.html

から東日本大震災の発災後、東北電力女川原子力発電所で発生した火災の情報が時々刻々と開示されたことがわかる。ただし、2017 年 10 月 6 日時点で東北電力 HP メインページのどの項目からも、このページにたどり着けない。サイト内検索で「地震発生による原子力発電所の状況」などと入力すると見ることができる。

註 3）日本証券業協会の HP

（http://www.jsda.or.jp/manabu/qa/qa_stock29.html）より

「会社情報開示の意義」

会社が自社の会社経営にかかわる情報等を投資家や株主に対して公開することをディスクロージャーといいます。

証券投資には投資家の自己責任が問われますが、証券を発行する会社の業績や経営状況等様々な情報が適切に開示されていなければ、投資家に対して自己責任原則を求めることはできません。

また、株価や投資判断に影響を及ぼすような情報が公表される前に、一部の会社関係者等がその情報により株式の売買を行ったのでは公正な取引とはいえません。

そこで、取引所上場会社は、有価証券の発行、流通の円滑化と公正な価格形成を維持するために、有価証券報告書や事業報告書等の定期的な情報開示が法律で義務付けられています。また、株価に影響を与えるような情報の適時開示も求められています。

「開示が必要かどうかの判断基準」

会社情報の開示基準ではいろいろな観点で適時開示が必要になりますが、例えば業績に及ぼす影響程度によって開示が必要かどうか判断する際の基準を以下のように定めています。

- 売上高基準：当該事実により、売上高が 10% 以上増減する場合など。
- 資産基準：当該事実により、純資産が 3%以上増減する場合など。(30%以上増減もある。)
- 利益基準：当該事実により、経常利益または当期純利益が 30%以上増減する場合など。

註 4）地震 PML

https://ja.wikipedia.org/wiki/%E5%9C%B0%E9%9C%87PML

地震 PML（じしん PML）とは、地震による予想最大損失額（PML = Probable Maximum Loss）のこと。定義は、建物の使用期間中で予想される最大規模の地震（再現期間 475 年相当＝50 年間で 10%を超える確率）に対して予想される最大の物的損失額（90%非超過確率という）の、再調達費に対する割合をいう。

註 5）【付保割合条件付実損払特約】

火災保険に付帯する特約で、火災で全損に近い損害を受ける可能性の少ない耐火構造の建物等の物件に適した契約方式で、保険の対象の時価額全額を保険金額としなくても、時価額の一定割合（30%～80%の 10%きざみ）で保険金額を設定することを約定（この時価額の一定割合を約定付保割合という）して保険金額としておき、

保険金の支払に当たって、その保険金額を限度として実損害額が支払われる。保険金額が保険の対象の価額×約定割合を下回るときは、その割合で比例てん補されることになる。各約定割合について所定の係数が定められており、火災保険料率にこの約定割合係数を乗じて適用保険料率を算出する。コ・インシュアランス（co-insurance）ともいう。

註 6）この物件は J-REIT ではないが、J-REIT の場合は、一般の上場企業と異なり不動産保有しかしていないので、不動産の収益に重要な役割を果たす建築物に関する情報の開示がより詳細・頻繁に行われることになる。仮に当該物件が、J-REIT であったなら災害の有無にかかわらず、建物に関する、より詳細な情報が開示されていたはずである。

註 7）日本は各種統計の非常に進んだ国であり、業態ごとの出火率も計算できる。

『工業統計調査、経済産業省』は、工場に関する統計で調査対象：日本標準産業分類に従って、218,55 事業所（平成 25 年）について、それぞれの数、従業員数などが分かる。

『火災報告、総務省消防庁』は火災に関する統計で、年間出火件数：約 48,000 件（平成 25 年）について、火災の規模から、火元の業態、発火源、着火物などの非常に詳細な情報が得られる。こちらも日本標準産業分類に則っており、「工業統計調査」と合わせれば業種毎の出火率が算出できる

註 8）残念なことに、アスクルの当該工場は、定期報告制度の枠外（対象外）である。

文献

1）埼玉県三芳町倉庫火災を踏まえた防火対策及び消防活動のあり方に関する検討会報告書、平成 29 年 6 月、埼玉県三芳町倉庫火災を踏まえた防火対策及び消防活動のあり方に関する検討会
https://www.fdma.go.jp/neuter/about/shingi_kento/h29/miyoshimachi_souko_kasai/houkoku/houkokusyo.pdf

2）辻本　誠、リスク比較と認知、建築雑誌、日本建築学会、2001 年 11 月　pp.22-25

3）竹之内哲次、不動産の金融商品化が建築物の安全性に与える影響に関する研究、東京理科大学博士論文、2016 年 7 月

4）辻本　誠、40 年経ってやっと、建築設備＆昇降機、2017