建物寿命の推定

小松幸夫（早稲田大学理工学部建築学科・教授）

「資産評価情報」（資産評価システム研究センター）1998.3.31

わが国の建物はいったい何年もつのかという疑問をもたれる方も多いと思うが、これは簡単なようでなかなか答えにくい問題である。家屋の固定資産評価には建物の耐用年数に相当するようなものついての特別な規定はない。あえてそれに類するものを探すとすれば、残存価値が最低限度に達するまでの期間であろうが、厳密には「それが建物がもつと思われる期間である」とはいいにくい。建物が何年もつかということは、わが国の社会資産としての建物を考える際にはもっとも基礎的なことであるにもかかわらず、等閑視されてきたきらいのある分野である。筆者等は、固定資産家屋台帳と同除却台帳をもとに、建物の寿命を推計する研究を行ってきた。そのための資料収集には、各市町村の固定資産税担当の方々の多大なご協力を得てきたことを、この機会をお借りしてまず感謝しておきたい。ここにその概要を報告して、感謝の念をいささかでも表すことができればと願うとともに、関係各位の参考にしていただければ幸いである。

寿命と耐用年数

日本の建物の寿命は、常識的には木造 30 年、鉄筋コンクリート60年などと言われているものの、現実は必ずしもそうではない。第二次世界大戦に敗れてから高度成長に至る時代の日本は、目先の住宅不足など、差し迫った必要を満たすことに汲々としていて、建物の寿命などを考える余裕はなかったというのが実情であろう。当座の必要にあわせて経済的に（つまり安価に）建物を作り、時代が進んで手狭になったり使いにくくなったら、建て替えればよいという考え方であったため、竣功から取り壊しまでの期間が何年かを特に意識する必要はなかったといえる。

建物の取り壊し理由には、たいてい「老朽化」という項目が含まれるが、それは具体的には「汚れている」とか「雨漏りがする」などである。しかしながら、これだけでは取り壊しの必要にいたる直接の理由とはならないように思われる。要は使用者や所有者が「もう使えない」と判断するがゆえに建物は取り壊されるのであり、建物そのものが、客観的にみて使用に耐えないと判断されるから取り壊されるという例はむしろ希であろう。使い方を考え、必要なメンテナンスを加えれば、もっと長く使えるはずの建物がどんどん取り壊され、建て替えられているというのが、今までの日本の実情であったといってよい。

耐用年数という言葉は、本来は建物が使用に耐える年数を示すものと考えられるが、使用に耐えるということの具体的な意味をまず考える必要がある。また実際の建物は地震や火災をふくめて、いろいろな理由で用をなさなくなって除却されるが、そこに至るまでの年数は、必ずしも耐用年数とは一致しない。人間が実際に生きた年数をその人の寿命と呼ぶように、建物に関しても竣功から除却までの年数を寿命と呼ぶことにして、耐用年数とは区別して考えることにしたい。

耐用年数

はじめに、耐用年数に関して少し復習をしておきたい。ここで触れるのは、大蔵省令の別表に定められる耐用年数である。これ以外にも建物の耐用年数を定めたものがいくつかあるが、ほとんどか大蔵省令を下敷きにしているようである。いうまでもなく、大蔵省令は減価償却のための耐用年数であり、あくまでも会計処理の目的で定められたものである。償却が終わったからといって、その設備や建物が機能を失うわけではない。つまり耐用年数は一般に合理的と認められれば、実際の寿命と必ずしも一致している必要はないのであるが、それでもなんの根拠もなしにこの数値が決められたとも考えられないので、その点を見てみたい。

大蔵省令の耐用年数

大蔵省令に示された建物の耐用年数を定めた経緯

に関しては、武蔵工業大学（当時）の野城氏による文献 1)に詳しい報告があるので、ここではその要点のみを述べることとしたい。基本となる考え方は、まず建物を部分に分解し、それぞれの価格と耐用年数を想定することから始まる。次に各部分の毎年の償却額を求め、それらを合計して建物全体についての年間の償却額を求める。年間の償却額で建物全体の価格を割ると償却年数、すなわち耐用年数が求められるという手順である。これが唯一絶対の考え方であるというわけではない。同じような想定で始めたとしても、例えば建物全体の耐用年数を各部分の価格構成比による加重平均値として求める方法も考えられる。最も簡単な例でこの違いを検証してみよう。価格構成比で木材２と石材１から構成されている建物があり、耐用年数を木材 50 年、石材 100 年とする。大蔵省方式では年間の償却率は $\frac{2}{50}+\frac{1}{100}=0.05$ であるから、耐用年数は $(2+1)\div 0.05=60$ となる。一方、耐用年数を価格構成比の加重平均として求めると、$50\times\frac{2}{3}+100\times\frac{1}{3}=66.7$ となって 1 割程度の違いを生じる。

寿命推計の方法

以上のように現在常識となっている耐用年数は、建物の寿命実態を必ずしも反映したものでないことはお分かりいただけたことと思う。ではその寿命実態をどう把握すればよいか、これが本稿の主眼である。具体的に寿命を観察するにはいくつかの方法が考えられる。

もっとも単純な方法は､ある一つの建物について、いつ新築されていつ取り壊されたかを調べることである。これはデータとしては事実に基づくものであり、疑う余地はないが、それが一般性をもつかという点では疑問が残る。一般性を持たせるためには、統計的手法を使うことになる。

それではということで、取り壊された建物の実際の記録を集めて、それぞれの建物の寿命を計算して平均値を求めるとしたらどうであろうか。実はこの方法は、筆者らの研究グループで、以前に家屋除却台帳の資料を用いて試みた方法であったが、いろいろと問題のあることが分かった。ひとつには個々の建築の記録、特に新築年次についての記録が必ずしも十分に保存されていないということ、さらに記録そのものが明治維新と太平洋戦争の敗戦という時点で途切れていることが多く、時間を十分にさかのぼれないということである｡つまり、具体的な新築年次が記録されているのは戦後からの場合がほとんどである。このような状態で壊された建物だけの寿命を計測したとしても、それはいわば「若死に」したものの寿命を調べていることになり、集計結果はどうしても短めのものになってしまうのである。すなわちまだ「死んでいない」ものの寿命を考慮していないことが問題になってくる。この方法がうまくいくためには、記録に含まれるすべての建物が少なくとも一度は建て替えられるだけの期間にわたる記録が必要になる。このように単純な方法では、寿命が推計できないことが分かったので、筆者らは家屋台帳を用いた別の方法を考えることとした。その時のヒントとなったのが、人間の平均余命の推計方法である。平均余命とは、毎年厚生省から発表される人口動態統計に含まれるもので、ある年に出生した子供が平均的に何年生きるかを、年齢別の死亡率統計をもとにして推計したものである。この場合、データの集計方法などに細かい取り決めがあるが、建築の場合は、人口の場合ほど精密な資料は得られないので、以下に述べるように、信頼性理論というものを援用しながら推計方法を工夫することとした。

信頼性理論について

信頼性理論とは、あるシステムの寿命を確率を用いて推計するための方法を集大成したものといえる。もともとは第２次世界大戦中にレーダーなどの電子機器が頻繁に故障するため、アメリカで問題解決のために研究が始められたのがきっかけである。ここではまず、その基本になる概念を簡単に説明しておく。

信頼性理論では、「信頼度」という概念を用いるが、これは JIS（日本工業規格）によると「アイテムが与えられた条件で規定の時間中、要求された機能を果たす確率」と定義されている。アイテムというのは「信頼性の対象となるシステム（系）、サブシステム、機器、装置、構成品、部品、素子、要素などの総称またはいずれか」と定義されている。ここでは建物のことと考えていただいてよい。

また「故障」という言葉もよく使われる。これは通常使われているのと同様に考えてよいが、「アイテムが規定の機能を失うこと」となっている。規定の機能とあるところに注目していただきたい。漠然と「動かなくなった」というのではなく、明確に機能を規定し、その機能を果たせなくなったという状態をあらかじめ定義しておく必要があることになる。

ここでいくつかの関数を紹介しておこう。数学は苦手という方もおられるかもしれないが、格別むずかしいことをいっているつもりはないので、記号の説明程度にお考えいただければよい。

R(t)：信頼度関数。経過時間 t における信頼度を表わす。経過時間 t が 0、すなわち最初の状態では R(0)=1 で、時間の経過とと共に徐々に小さくなり、最後は 0 になる。（つまりはあるアイテムは時間と共に故障する確率が高くなり、最後は全てが故障するということである。）

F(t)：不信頼度関数。F(t)=1-R(t)で定義されるが、これは時間経過と共に故障したものの割合を表わしているので、故障寿命の分布関数ともいう。

f(t)：故障密度関数。F(t)を時間 t で微分したもの。

λ(t)：故障率関数。時間 t における瞬間的な故障の発生確率を表わしたもの。$\lambda(t)=\dfrac{f(t)}{R(t)}$ で定義される。

これらの定義から次のような関係が導かれる。

（苦手な方は読み飛ばしていただきたい）

$$\lambda(t)=\frac{f(t)}{R(t)}=\frac{1}{R(t)}\cdot\frac{dF(t)}{dt}=\frac{1}{R(t)}\cdot\frac{d(1-R(t))}{dt}=-\frac{1}{R(t)}\cdot\frac{dR(t)}{dt}$$

この両辺を積分して、R(0)=1 という条件を入れてやると

$$R(t)=\exp\left\{-\int_0^t \lambda(x)dx\right\}$$

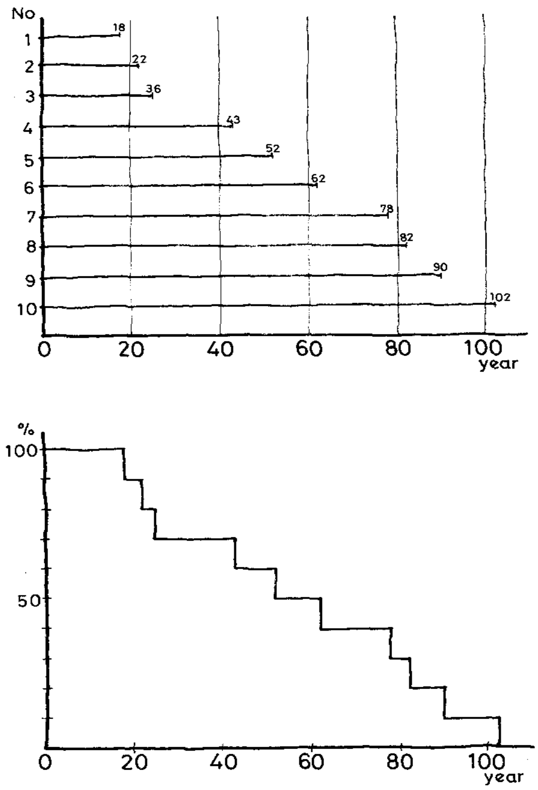

図-1. 残存データと残存率曲線

という簡単な形になる。（exp はエクスポネンシャルと読み、exp(x)は e^x を表わす）

以下、具体的な推計方法について説明する。

まず一般的な場合として、あるアイテムの寿命を推定するために観察を行なったとする。アイテムを建物として 10 棟についての観察結果は図-1 の上に示すようなものであった。図中の横線は、各建物が「故障」（ここでは取り壊しとする）するまでの時間を表わすが、機械なら動作回数、自動車なら走行距離を単位としてもよい。ここでは単位を「年」とする。各経年ごとに建物が残っている割合（残存確率という）をグラフにすると図-1 の下の図のようになる。この階段状のグラフが R(t)である。観察対象の数を増やせば R(t)はもっと滑らかな曲線になる。この曲線からたとえば 20 年目の残存確率は 90%というような情報が得られる。

それでは、平均寿命はどのように求めるのであろうか。これは平均寿命をどう定義するかによって変わる。人間のいわゆる平均寿命は、正確には「0歳児の平均余命」であり、図-1 の下のグラフの R(t)を積分した値、すなわち階段状の部分から下の面積となる。この例で計算すると 58.5 年となる。また R(t)=0.5 となる時間を平均寿命と定義してもよい。筆者らはこの定義を採用しているが、この例の場合では52〜62年と幅をもった値となる。（もし 0.5 よりわずかに小さい値をとるとすれば 52 年、大きくすると 62 年となる。） 高い信頼性を要求される部品、つまり故障すると非常に困るような部品の場合には、R(t)=0.9 となる時点を寿命とする場合もある。（寿命を短めに設定して交換周期を短くすることで、実際には故障が発生しないようにするのである。）

区間残存率推計法

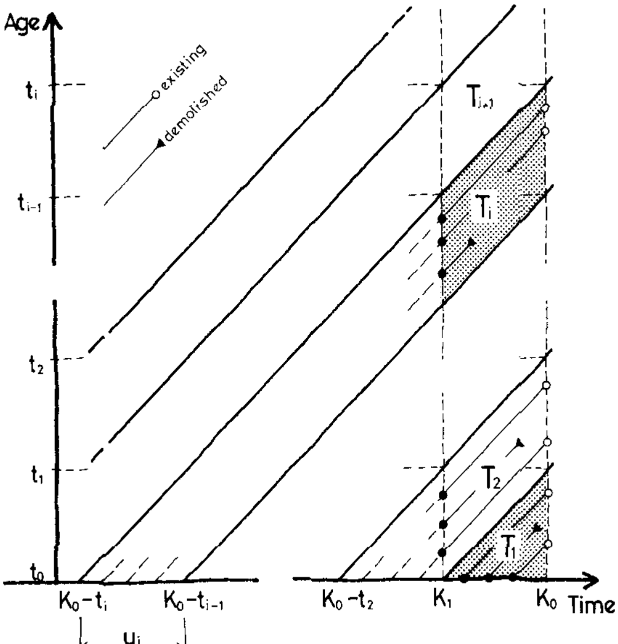

図-2. 年齢別データの概念図

上のような例では、一区切りの観察が終了するまでには 100 年以上もかかることになるので、あまり現実的ではない。

そこで、建物を年齢別の集団にわけて一定期間（たとえば１年間）の残存確率（一定期間後に生き残っている建物の割合）を観察し、それらを年齢順に並べることで長期間の観察の代わりにしようというのがここで説明する方法である。これは先にも述べたように人間の平均余命を算出する方法と考え方は同じである。図-2 はその様子を模式図として示している。図中の斜線は個々の建物を表わし、右端の観察期間 K_1〜K_0 の間の棟数の変化を観察する。 これにより、観察期間における年齢別の残存確率が求められ、それらを掛け合わせることで、年齢を通した全体としての R(t)をいわば合成するかたちで求めるのである。

図-３は、図-2 に示される各建物の竣功時点をそろえて書き直したものである。この図から分かるように年齢の境界が時間軸に対して幅を持つことになるので、その点に対する配慮が必要になるが、簡単な前提をおくことで計算は容易になる。各年齢集団の観察期間当初の残存数を N_x、観察期間中の滅失数を d_x とすると、残存確率の観察値 R_t の計算式としては次のようになる。（詳細は参考文献 2)を参照されたい。なおΠはその右側の項を掛け合わせる意味の記号である。）

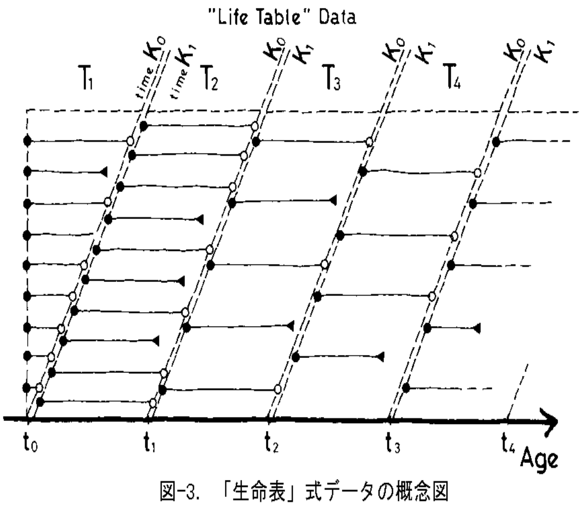

図-3. 「生命表」式データの概念図

$$R_1 = \frac{N_1 - 2d_1}{N_1}$$

$$R_t = R_1 \cdot \prod_{x=2}^{t} \frac{N_x - d_x}{N_x} \quad (t \geq 2)$$

この R_t は、１年目の値、２年目の値というように、とびとびの値しか得られないので、必要に応じて

適当な関数のあてはめを行なうことで、連続的な信頼度関数 R(t)を求めることになる。

木造専用住宅の寿命

分析の資料としては、冒頭にも述べたように、筆者らは固定資産台帳の新築年次別現存棟数と除却棟数の数値を用いているが、各市町村や自治省固定資産評価室のご協力によるものである。図-4 に 1990 年時点における木造専用住宅の分析例を示す。この結果から、残存率が 50%となる時期を求めると木造専用住宅の平均寿命は約 43 年であることがわかる。またこの曲線は、ある理論曲線によく一致することが確かめられており、今後の理論展開が大いに期待されるところである。なお、木造専用住宅については 1982 年（一部のデータは 1983 年）と 1987 年にも同様の調査分析を行なったが、その結果では平均寿命はそれぞれ 37.8 年と 38.2 年であった。調査年次ごとに対象が微妙に異なるので、厳密にいうと比較はできないのであるが、木造専用住宅の場合は平均寿命が徐々に長くなっている傾向があるといえよう。

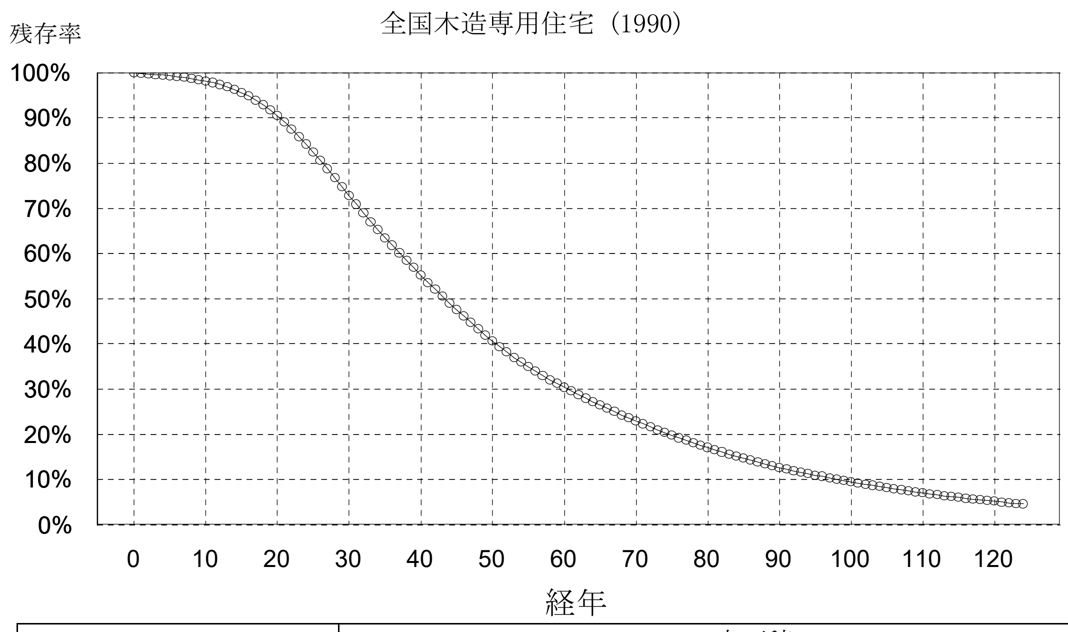

図-4　1990 年木造専用住宅の残存率変化予測

またその他の建築についての分析を 1987 年に行なった結果では（参考文献 3)参照）、鉄筋コンクリート造のものが約 35 年、鉄骨造のものが約 29 年という結果が得られている。

事務所建築の寿命

東京都千代田区、港区、新宿区、台東区の 4 区について、家屋台帳から 1991 年 1 月現在の事務所建築に関する属性をデータとして抜き出し、現存棟数と寿命の推計を行ったことがある（参考文献 4)）。その中から寿命に関する結果を示したものが表-2 である。ここで床面積の「小規模」は床面積 300 ㎡未満のもの、「中規模」は 300 以上 1000 ㎡未満、「大規模」は 1000 ㎡以上をいう。

一般的に規模の大きいものほど寿命が長いことがわかる。また鉄骨造でも、鉄骨の厚さの違い（これは建物の格の違いといってもよいが）により、寿命が大幅に異なっている。またこれらは非木造として総括できるが、非木造は骨組がもえにくく、また腐らないので、木造に比べて寿命が長いと考

構造種類	床面積			
	小規模	中規模	大規模	全体
鉄骨鉄筋コンクリート	－	24.24 年	39.59 年	38.49 年
鉄筋コンクリート	22.93 年	34.58 年	31.23 年	34.58 年
鉄骨 4 mm 超	29.27 年	28.87 年	－	31.42 年
鉄骨 3 mm 以下	8.03 年	－	－	7.16 年
全体	29.04 年	34.63 年	38.52 年	35.27 年

えられがちであるが、実態は必ずしもそうではない。

本稿は、「建築と社会」1997 年 1 月号に掲載した拙稿を加筆修正したものである。

参考文献

1) 野城智也，新海悟郎氏所蔵資料に見る昭和 20 年代の耐用年数論議，BELCA NEWS，1990 年 1 〜3

2) 小松幸夫, 建物寿命の年齢別データによる推計に関する基礎的考察，日本建築学会計画系論文報告集第 439 号，1992 年 9 月

3) 小松幸夫・加藤裕久他，わが国における各種住宅の寿命分布に関する調査報告，同上

4) 小松幸夫・加藤裕久・三橋博巳，東京 4 区における事務所建築のストック調査と寿命推計，日本建築学会計画系論文報告集第 465 号，1994 年 11 月