

建築寿命の推定

早稲田大学 小松幸夫

特定の個人や建築の寿命を知ることは、未来を予知する能力を持たない限り不可能である。建築に限らず寿命の推定とは、統計的な方法により集団における平均的な寿命を推計していくことといえる。

ところで寿命と類似した言葉として耐用年数がある。これらは同義として使用されることも多いが、ここでは寿命は実際に存続した年数、耐用年数は存続を予定する年数としておく。すなわち、寿命は過去の結果として「決まるもの」であるのに対して、耐用年数は将来の使用を見込む年数で「決めるもの」であるという違いがある。コンクリートの中酸化速度と鉄筋のかぶり厚から鉄筋コンクリート造の耐用年数を推計するということもあるが、これは対象の機能を明確にした上で、限界状態の定義と劣化の進行速度から寿命を工学的に推測していることになる。寿命と耐用年数はいわば不即不離の関係にある。

寿命の推計として最もなじみのあるのが人間の「平均寿命」であろう。これは人口動態に基づき厚生労働省が発表しているもので、同省のホームページ上でも見ることができる。たとえば平成12年度簡易生命表について、「平成12年におけるわが国の死亡状況が今後変化しないと仮定したときに、各年齢の者が1年以内に死亡する確率や平均してあと何年生きられるかという期待値などを死亡率や平均余命などの指標によって表したもの」と解説されており、男の平均寿命は77.64年、女の平均寿命は84.62年という結果が示されている。また近年発展しているものとして、確率論に基づいて寿命の問題等を扱う信頼性工学の分野がある。第二次世界大戦中にレーダーの故障が多いことに端を発したといわれ、各種の機器やシステムの信頼性、すなわち時間と故障発生との関係を解析・推計する方法が研究されている。

この二つの方法では、対象集団における個体残存率の時間的変化を表す残存率曲線を求めることが共通している。まず寿命試験を想定して信頼性解析の簡単な例を示しておこう。10個の部品を一斉に作動させ、個々の部品が故障に到るまでの時間を順次記録したとする。

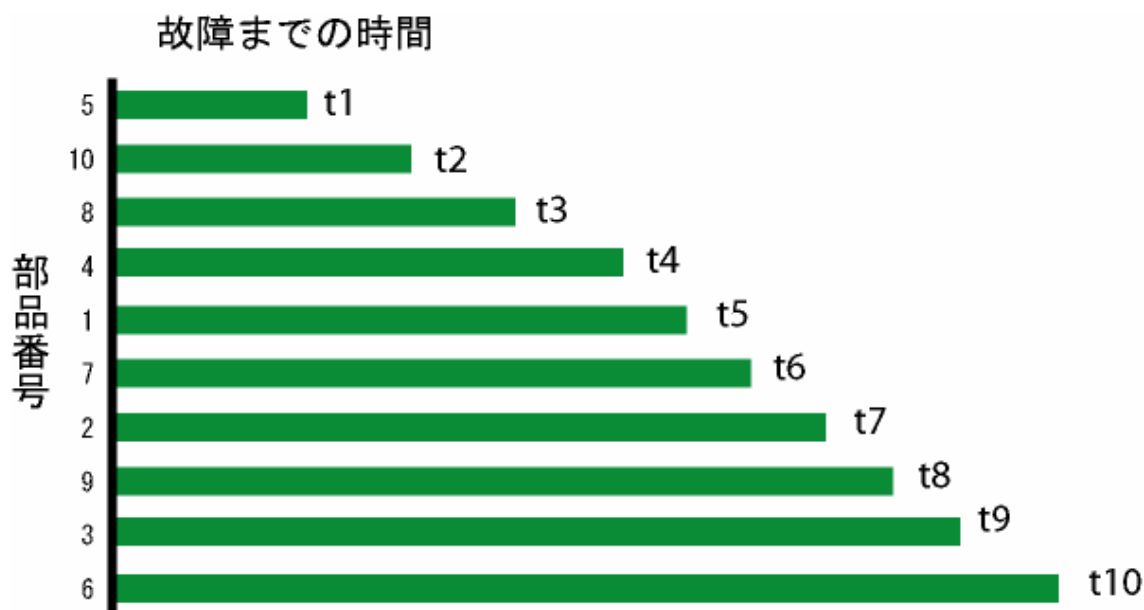


図-1a 故障時間データ

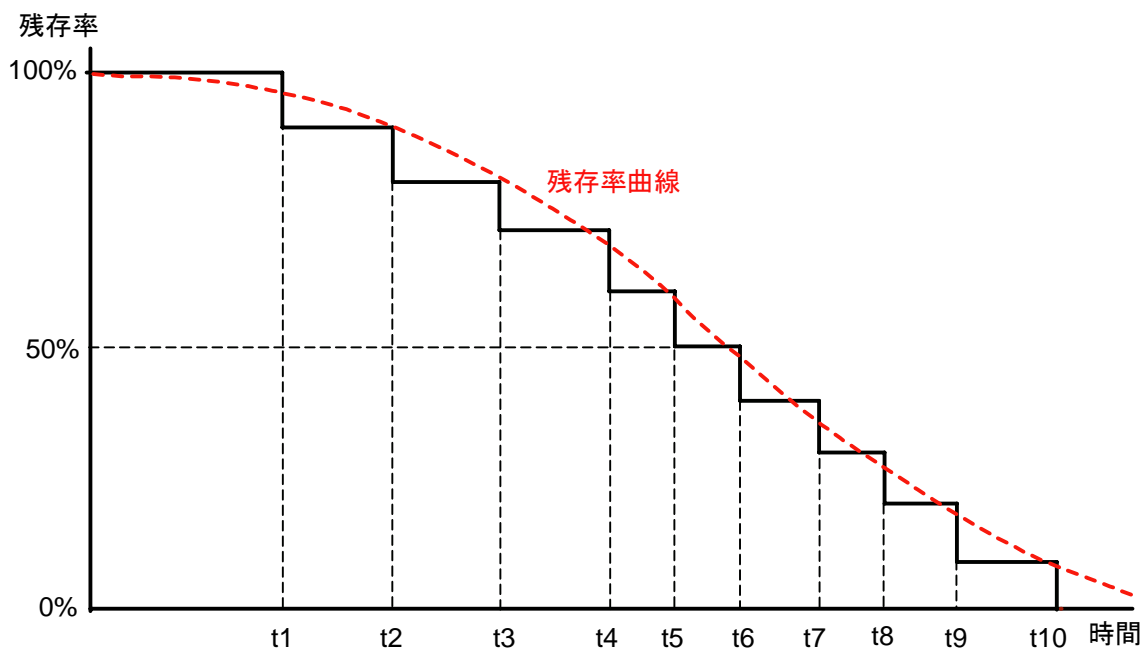


図-1b 残存率曲線

図-1a はその結果を故障までの時間が短いものから長いものへ順に並べたものである。この図を変化させて、時間の推移に従って試験体が故障しないで残っている率を表したものが残存率曲線(図-1b)である。この曲線は確率としての部品の信頼性を表しており、これを求めることが信頼性解析の第一の目的である。曲線を時間 $t=0$ から t_{10} まで積分したものは、試験体全体の寿命を平均したものとなる。また試験体を多くすればこの曲線は滑らかな形になると考えられ、たとえばワイブル分布と呼ばれる関数のあてはめなどが行われる。残存率曲線を $R(t)$ とすると、当初はすべてが故障せずに残っているので $R(t)=1$ であり、時間の経過に従って値が減少して最後はすべてが故障するので $R(t)=0$ となる。この曲線の天地を入れ換えたもの、つまり $1-R(t)$ を不信頼度関数あるいは累積故障関数といい、 $F(t)$ で表す。また $F(t)$ を時間 t で微分したものが故障密度関数 $f(t)$ と呼ばれるものである。 $f(t)$ をある時間区間で積分したものは、その時間区間における故障の発生率となる。さきほど言及したワイブル分布は $R(t)$ を表す関数であり、他には $f(t)$ に正規分布あるいは対数正規分布をあてはめる場合などがある。

人間の平均寿命推計については 19 世紀には方法が確立していたとされるが、人口動態から得られる年齢別の死亡率に基づいて各年齢における生存確率を求め、それを順次掛け合わせて年齢別の生存者数を求めるものである。それが上記の残存率曲線に相当するが、その結果に基づいて年齢ごとの平均余命を計算する。平均余命とはある年齢まで生きた人間があと平均して何年生きられるかを表すものである。図-2 は平成 12 年度簡易生命表に基づいた生存者数の推移を示すグラフであるが、網掛け部分の積分値を当該年齢における生存者数で割った値が平均余命となる。また一般に平均寿命といわれている値は正確には 0 歳児の平均余命である。

簡易生命表による生存数 (平成12年度)

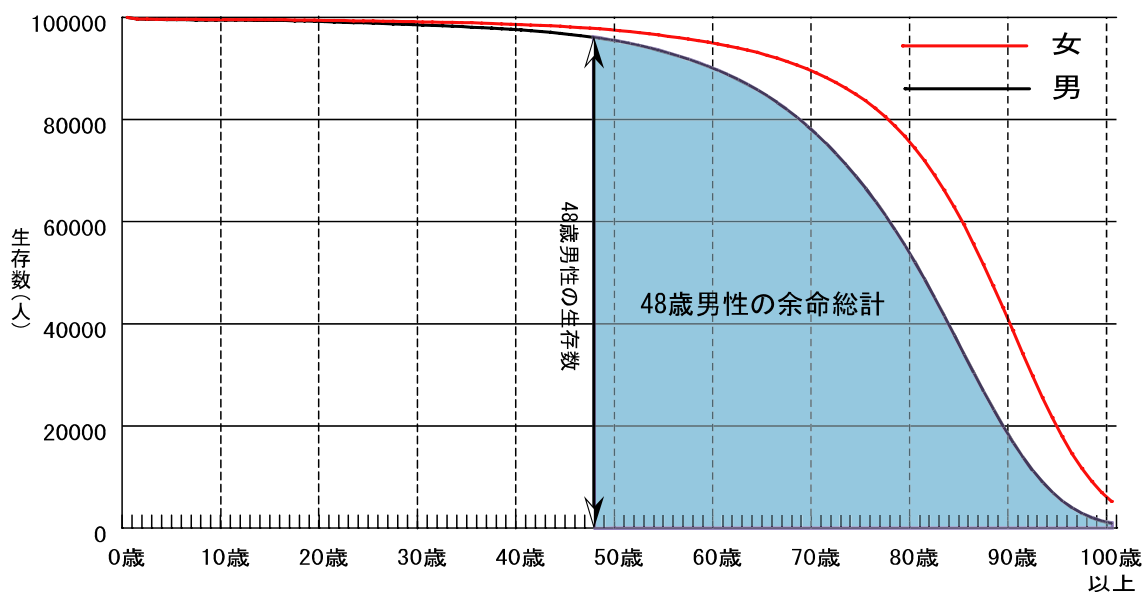


図-2 生存者数の推移と平均余命

建築については、人口動態に相当するような統計資料は残念ながら準備されていない。日本建築学会は終戦直後から固定資産税の制度に深い関わりを持っている。固定資産税は地方税で、各市町村には課税対象の建築（固定資産税の用語では家屋）に関する台帳が整備されており、筆者らは偶然のきっかけからこれらがちょうど人口動態のように利用できることを知った。旧自治省関係者のご尽力を得て、各種建築についての新築年次別の現存数と除却（取壊しなどで滅失したもの）数のデータを入手することができ、何回か寿命推計を行ってきた。

残存率 1997年データによる全国(東京を除く)の残存曲線

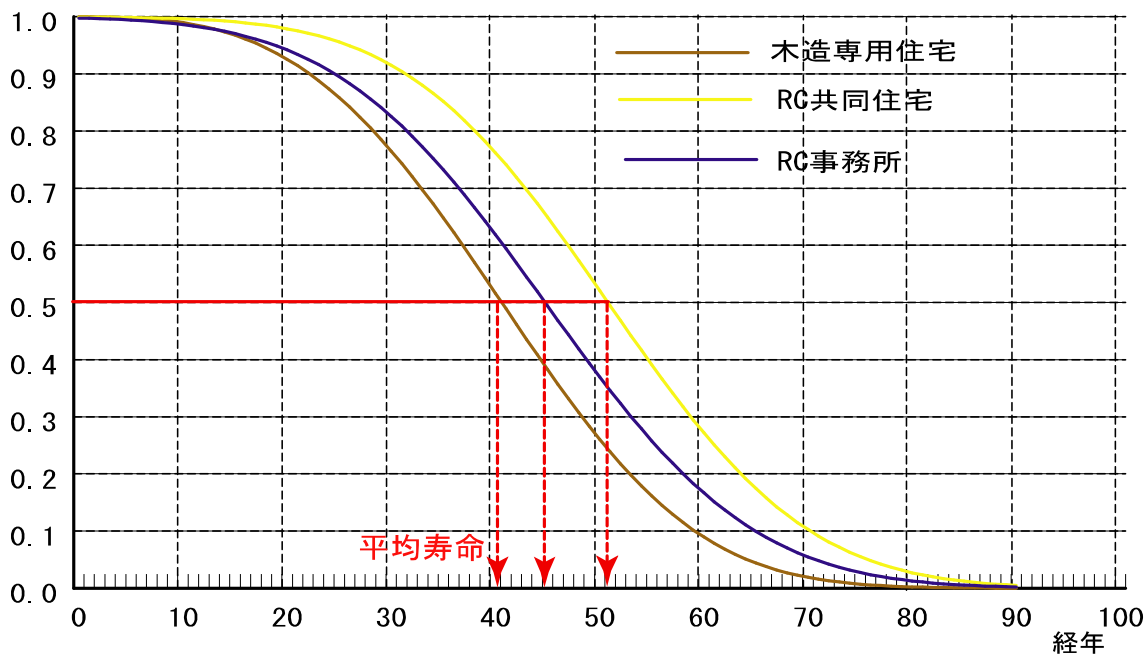


図-3 建物の残存率曲線

例として図-3 に 1997 年時点の分析結果を示しておく。筆者が用いている寿命推計法の概略は、調査時点における新築年次別の現存棟数と除却棟数から、建築の年齢別の生存確率を計算し、人

間の場合と同様に残存率曲線を求めるというものである。平均寿命については残存率が 50%になる時点としているが、それは資料の性格から古い時代のデータを得がたいことがあって、求めた残存率曲線の裾が切れてしまう場合のことを考慮したためである。しかしながら平均寿命の定義をこれに限定する必要はない。また残存率曲線を外挿する場合には最小二乗法によって回帰曲線を求めている。図-3 は 30 年分の残存率計算結果から得た回帰曲線を示したものである。筆者はこの一連の方法を「区間残存率推計法」と称しているが、これ以外にも寿命推計の方法はいくつか考えられる。

現在のペースで新築を続けると、ストックすべてが入れ替わるのに何年かかるかをもって、つまり建築ストックの総数を年間の新築数で割った値を平均寿命とする考え方がある。ある文献(※)に住宅ストック更新周期の国際比較として示された数値では、日本 30 年、アメリカ 103 年、イギリス 141 年となっている。推計の方法としては単純であるが、国や建築種類の違いなどを簡単に比較したい場合には十分使える方法である。

滅失建物の年齢を調べる方法もある。壊された建築の年齢を調べて、その平均値をもって平均寿命とみなすという考え方である。これは合理的に見えるが、わが国のように資料が年代的に十分遡れないような中で調査を行う場合には注意が必要になる。筆者等が建築寿命の研究をはじめた当初にこの方法を採用したが、調査結果が納得のいかないものとなった。これは調査対象とした台帳の記録期間が戦後に限られてわずか二十数年というものであったため、結果的に短命な建築だけが対象となったことが原因である。こうした調査の結果を有効な平均寿命とみなすためには、以下のことが必要であろう。

- 1) 調査対象の資料が、建築の最長寿命と考えられる年数以上にさかのぼった時点から整備されていること。
- 2) 調査対象とした建築の新築総数が判明しているか、新築数があまり変動しないとみなせること。

ちなみに平成 8 年度の建設白書では、日米英の住宅の平均寿命について言及しており、内容は「過去 5 年間に除却されたものの平均」となっている。結果は日本の場合で約 26 年、アメリカで約 44 年、イギリスで 75 年であるが、上記の条件が考慮されたかどうかは不明である。いずれにせよ推計の方法が違えば結果も異なる。それぞれの方法の性格と限界を知って結果を利用すべきである。

注

※ 建設省「解体・リサイクル制度研究会報告 ー自立と連携によるリサイクル社会の構築と環境産業の創造を目指してー」平成 10 年 10 月 解体・リサイクル制度研究会

参考文献

- ・ 「住宅寿命について」、住宅問題研究、vol.16 No.2 2000 年 6 月
- ・ 小松、「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
- ・ 小松、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