建築物の寿命及び建築ストックのサステナブルな使用 の概念に関する考察

ANALYSIS OF THE CONCEPT OF SERVICE LIFE OF BUILDINGS AND SUSTAINABLE USE OF BUILDING STOCK

長谷川 貴彦*

Takahiko HASEGAWA

The analysis attempts to examine the theoretical ground from which the concept of 'sustainable use of building stock', which has recently been proposed by the OECD, has been developed. The analysis first attempts to clarify the concept of service life of buildings, by clarifying four different ways of defining the concept on the basis of an economic model developed in the field of the urban economics. Among them, the real service life of building, which is referred to as the period during which buildings could meet the space demand, has formed a basis to develop the concept of the sustainable use of building stock. The analysis also examines how the promotion of the sustainable use of building stock could bring environmental benefits to our society to suggest that the real service life is directly linked to the environmental sustainability of building stock.

Keywords : *Building stock, Existing building, Service life, OECD countries,*

建築ストック、既存建築物、寿命、サステナブル建築、OECD諸国

1. はじめに

「サステナブル建築(Sustainable building)」の概念は、一般に、経済的側面や社会的側面への副次的な効果にも一定の配慮を行いつつ、建築物及び建築活動が環境に与える負荷を低減させることを意味し⁽¹⁾、この概念の実現を目指し様々な分野における各国の関係者が、新技術、評価システム、制度的枠組み等の開発、導入等に取り組んでいる。しかしながら、これらの取組みは、新築建築物のみに着目したものが多く、環境負荷の低減のために既存の建築ストックについてどのようなアプローチをとるべきかという点については、各国の専門家の間で広く共有されうる総合的かつ体系的な考え方の整理が十分に行われていない。

既存の建築ストックの使用方法は、建築セクターが環境に与える負荷の大きさに大きな影響を与えうると考えられることもあり、近年、研究者や政府関係者等の間で、サステナブル建築の概念を既存の建築ストックにどのようにあてはめることができるかという点に関心が集まりつつある⁽²⁾。

このような状況のもと、先進諸国 30 カ国が加盟する経済協力開発機構 (OECD) においては、環境負荷を低減するための建築ストックの使用のあり方に関するプログラムを 2002 年から進めており、今後のストック対策の指針として、建築ストックが環境に与える負

荷を左右する最も重要な要素のひとつと考えられる寿命(Service life)に着目した「建築ストックのサステナブルな使用 (Sustainable Use of Building Stock)」という新たな概念を提唱し、加盟国政府から提出された関連情報の分析などを通じてその実現方策に関する検討を進めている。建築物の寿命については、我が国においても、経験的データを用いた建築物の解体及び残存の特性に関する緻密な分析が様々な角度から行われているが⁽³⁻⁶⁾、OECD におけるプログラムにおいては、こうした先進諸国の既存の研究成果も踏まえつつ、建築物の寿命の概念をより広い範囲でとらえながら、今後のストック対策のあり方が議論されている。

本稿は、2003 年春まで OECD に在籍し、本プログラムの責任者であった筆者が、本プログラムの推進の過程で収集された OECD 諸国における情報等をもとに、建築ストックのサステナブルな使用という概念が提唱されるに至る理論的な道筋やその実現のために必要となる建築関連活動の改善の方向等について考察するものである。

2. 建築物の寿命の概念の類型化

本稿の第 4 章で概説するとおり、建築物の寿命の長期化は一般に様々な環境上の便益をもたらす。このため、OECD における環境負荷を低減するための建築ストックの使用のあり方の検討も、寿命の

* 東京大学生産技術研究所 研究員・工博

Visiting Researcher, Institute of Industrial Science, University of Tokyo, Dr. Eng.

長期化に焦点をあてるかたちで進められた。しかしながら、建築物の寿命という概念は、様々な意味を持ちうるものであり、明確な定義が行われないまま使われた場合、関連する議論に混乱をもたらすケースも多い。このような状況を踏まえて、建築物の寿命の概念を類型化して概念の明確化を図ったものが以下の4つの種類の寿命の定義である。

①物理的寿命(Physical service life)

建築物が建設されてから、解体されるまでの期間。

②実質的寿命(Real service life)

建築物が建設されてから、当該建築物がいずれかの使用者の建築空間に対する需要を満たし続ける期間。工業生産物は、いずれの使用者の需要も満たすことが出来なくなった段階で廃棄されるのが一般的だが、大規模な生産物が土地に付属されて供給される建築セクターの場合、生産物である建築物が需要を満たさなくなっても、使用されないまま解体もされず、空家として放置されることも少なくない。このため、①の物理的寿命とこの実質的寿命を明確に区別する必要がある⁽³⁾。

③経済的寿命(Economic service life)

建築物が建設されてから、建設時点での用途で使いつづけることを前提とした当該建築物の現在価値(以下「現用途に係る現在価値」という。)がなくなるまでの期間をいう。現用途に係る現在価値は、通常以下の式で表せられる⁽⁴⁾⁽⁷⁾。

$$P_1 = \sum_{i=0}^n \frac{R_i - O_i}{(1+r)^i}$$

P_1 : 現用途に係る現在価値
 R_i : i 年後における期待年間家賃収入
 O_i : i 年後における期待年間維持修繕等費用
 n : 現用途のもとで期待年間家賃収入が期待年間維持修繕等費用を上回り続ける年数
 r : 金利等を勘案した割引率

このモデルにおいては、建築物は賃貸され、また、維持管理費用を所有者が負担することを想定している⁽⁶⁾。建築物は一般に、年数の経過とともに家賃の水準が低下し、また、維持管理費用が上昇する傾向があるため、一定年数を経過すると年間家賃収入と維持修繕費用の差額は年々減少すると想定されるが、本寿命は、当該建築物の年間家賃収入が年間維持管理費用を上まわる正のキャッシュフローを生み続ける期間を意味する。本寿命を経過した後に維持管理を続けても、年間家賃収入を上回る年間維持管理費用の支出が必要となる。

④技術的寿命(Technical service life)

建築物が建設されてから、構造安定性を中心とする主要な性能が最低限必要な水準を保持し続ける期間。

都市経済学の分野の文献で活用されている一定の条件下における建築物の現在価値に係る概念図⁽⁶⁾をベースとして、筆者が上述の4種類の寿命の概念を整理したものが、図1である。同図において、

OT は技術的寿命を表し、T の時点で建築物の基本性能が最低限必要なレベルを下回ると想定している。曲線 DZ は当該建築物の現用途に係る現在価値を表している。標準的な条件のもと、年間家賃収入と年間維持管理費用が E の時点で同水準となり、本建築物の現用途に係る現在価値が 0 となるため、OE が経済的寿命となる。いくつかの既存の経験的な研究が示唆するように⁽⁷⁾、建築物の多くは、技術的寿命を経過する前に解体される、つまり物理的寿命が技術的寿命よりも短いものとなるケースが少なくない。これは、当該建築物に係る経済的寿命が経過し、所有者からみて当該建築物を引き続き維持するインセンティブが失われたため解体されたとも考えられるが、それ以前の段階でも、当該建築物が他の用途への転換を目的とした建替えのために解体されるケースが理論的に想定される点に注意が必要である。ある敷地に建設される建築物は、通常、現在価値が最大となる用途が選択されるが、各用途により得られる収入は経済・社会状況の変化により変動する。ある時点において、最大の利益を生み出す他用途への建替えを前提にして算出される当該建築物の現在価値(以下「最適他用途に係る現在価値」と呼ぶ。)は、建替えられた建築物の現在価値から従前の建築物の解体等及び新たな建築物の建設に要する費用を差し引いたものとなり、これを数式にしたものが以下のものである⁽⁹⁾。

$$P_2 = \sum_{i=0}^n \frac{R_i - O_i}{(1+r)^i} - D - B$$

P_2 : 最適他用途に係る現在価値
 R_i : i 年後における期待年間家賃収入
 O_i : i 年後における期待年間維持修繕等費用
 n : 最適他用途のもとで期待年間家賃収入が期待年間維持修繕等費用を上回り続ける年数
 r : 金利等を勘案した割引率
 D : 従前の建築物の解体等に要する費用
 B : 新たな建築物の建設費用

仮に、新築後の時間の経過に伴う外部状況の変化により、ある建築物について最適他用途に係る現在価値が現用途に係る現在価値を上回った場合、利益の最大化をめざす所有者からみると当該建築物を最適他用途の建築物に建替えることが経済的に合理的な選択となる。こうした想定のもとで、最適他用途に係る現在価値を表しているのが図1の中の曲線 CX である⁽⁸⁾。最適他用途に係る現在価値は、OA の時間が経過する時点で現用途に係る現在価値を上回り、この時点以降では、現用途のままで当該建築物を保有するよりも、他用途に転換するために建替えるか、または、そのために当該敷地を売却するほうが経済的には合理的な選択となる⁽¹⁰⁾。

図1に示すとおり、時点 A が、経済的寿命 OE が経過するより先に訪れることも想定されるが、この場合、経済的寿命が経過していても当該建築物が解体され、OA が当該建築物の実質的寿命かつ物理的寿命となる。つまり、現用途のもとで正のキャッシュフローをうみ続けている建築物でも解体されることが想定されることをこのモデルは示している。仮に、曲線 CX の上昇が図1のケースよりも緩やかなものとなった場合、図2のとおり、曲線 CX が X 軸

と交差する時点 B は、E よりも右に位置することも想定される。B が E と T の間に位置する場合は、OE=実質的寿命=経済的寿命となり、また、EB の期間に当該建築物は維持管理されぬまま放置されることが想定されるため、OB が物理的耐用年数となる⁽⁹⁾。一方、曲線 CX の上昇がさらに緩やかになり、図3のとおり、B が T よりも右に位置することとなった場合、OE=実質的寿命=経済的寿命は変わらないが、OT=技術的寿命の時点で基本的性能の消失に伴い解体されることが想定されるため、OT は物理的寿命ともなる。

図1. 建築物の現在価値と寿命（ケース1）

図2. 建築物の現在価値と寿命（ケース2）

図3. 建築物の現在価値と寿命（ケース3）

3. 建築ストックのサステナブルな使用の定義

前章までの建築物の寿命に係る概念の整理を踏まえて、OECD においては、「建築ストックのサステナブルな使用 (Sustainable Use of Building Stock)」を、「経済効率性、社会福祉及び環境面での便益をいたづらに犠牲することなしに、個々の建築物がより長期間にわたり需要を満たすことができるようなかたちで建築ストックを使用すること」と定義し、望ましい建築ストックの使い方として明示

している¹¹⁾。つまり、経済効率性や社会福祉等にも一定の配慮をしながら、建築物の実質的寿命の長期化をめざすことを意味している。前章で議論したいくつかの種類の寿命のうち、特に実質的寿命に注目しているのは、次章で詳しく解説するとおり、建築関連活動が与える環境負荷に最も直結している寿命に係る指標が実質的寿命と考えられるためである。

ただ単に実質的寿命の長期化をめざすのではなく、経済効率性等にも配慮する旨盛り込んでいるのは、例えば、高度利用が進んだ都心部に残され、また、居住環境としても劣悪な老朽化した低層木造住宅について、経済効率性や居住環境の改善の観点から再開発が必要であるにも関わらず、実質的寿命の長期化に固執していたずらに再開発を遅らせるようなことは適当でないと考えられるためである。

4. 建築ストックのサステナブルな使用による環境上の便益

前章に記述したような定義のもとで建築ストックのサステナブルな使用を推進することは、建築セクターが環境に与える負荷を低減するうえで様々な効果をもたらす。これらの効果は、実質的寿命の長期化に直接的に関連するものと、実質的寿命が都市構造に与える影響を通じて得られる間接的な効果との2種類に分類することができる。

(1) 直接的効果

①材料使用量及び建設副産物の最終処分量の抑制

建築物の建設等には膨大な量の材料が消費されるが、World Resource Institute の調査によれば、全材料消費量のうち、土木分野も含めた建設セクターで消費されるものの割合は、先進諸国において1/3-1/2程度にのぼっている¹²⁾。この結果、建築物の建設及び解体等に際しては、多量の建設副産物が創出されており、多くの先進諸国において建設副産物は、最も創出される重量の大きな種類の副産物となっている¹³⁾。一定の建築空間に対する需要を想定した場合に、実質的寿命の長期化は、新たな建築物の建設に対する需要を抑制する効果があると考えられるため、材料使用量を抑制する効果がある⁽¹⁰⁾。また、建設副産物の相当の割合が建築物の解体に伴うものであることを踏まえれば、建築関連の建設副産物の最終処分量の抑制にもつながると考えられる。

建築セクターにおける材料使用量及び建設副産物の最終処分量を抑制するため、建設副産物のリサイクルが各国で進められている。OECD 諸国の中でもオランダやデンマークでは既に建設副産物のリサイクル率が90%を超えており、焼却・埋立処分される建設副産物の量が非常に少なくなっているほか、他の先進諸国でも建設副産物のリサイクルの推進に対する取組みが強化されつつある¹⁴⁻¹⁵⁾。一方で、オランダやデンマークのような国においても、リサイクルされた建築関連の建設副産物が、建築物の建設等で利用されるケースは限定的となっており⁽¹¹⁾、リサイクルの推進が建築セクターにおける材料使用の抑制につながっていないとの批判もある¹⁶⁾。こうした状況を踏まえれば、建築ストックのサステナブルな使用は、建設副産物の最終処分量の低減だけでなく材料使用の抑制にもつながる点で意義があるといえる。

②生産エネルギーの抑制

建築物の生産エネルギーは、通常、当該建築物に使用されている建築材料、部品等の生産並びに当該材料等の現場への搬送及び現場での

組み立てに必要なエネルギーの総和をいう¹⁷⁾。建築セクターにおけるエネルギー使用に関する議論は、より消費量の大きい建築物の使用に伴うものに関心が集まることが多く、OECDの行った調査でも建築物の生産エネルギーの抑制を目的とした政策手法の導入事例がOECD諸国ではほとんどないとの結果がでている¹⁸⁾。しかし、建築物の生産エネルギーの最終エネルギー消費量の総和に対する割合は、日本で約10%¹⁹⁾、英国でも約6%²⁰⁾と推計されるなど決して小さなものではない。また、個々の建築物レベルでみると、生産エネルギーが建設前及び建設中に集中的に消費されるのに対して、使用に係るエネルギーは、当該建築物の完成した後、建築物が使用される長い年月の間にわたって少しずつ消費される。このため、オーストラリアにおけるオフィスビルでの消費エネルギーの分析結果が示すとおり(図4参照)、使用に係るエネルギー消費の累積が生産エネルギーの累積と同じ水準に達するのは建設後数十年経過してからとなる²¹⁾(¹²⁾。このため、気候変動に関する京都議定書に係る目標などエネルギー消費の低減に関する短期的な目標の達成を図るうえで、生産エネルギーの抑制は比較的即効性の高いターゲットとみることもできる。

図4. オーストラリアのオフィスビルにおける累積エネルギー消費量

出典: Selwyn, 2000

(2) 間接的効果

前章で示した定義による建築ストックのサステナブルな使用は、建築物ができるだけ長い期間建築空間に対する需要を満たすことをめざすことを基本としているため、既存の建築ストックが持つ同需要を満たすキャパシティを最大限活用することにつながり、結果として、都市縁辺部における新規の開発の抑制を通じて、都市構造をよりコンパクトなものとする効果があると考えられる⁽¹³⁾。また、ある都市での建築空間に対する需要を一定とすれば、コンパクトな都市構造は、高密度化にもつながると考えられる。こうした都市構造へのインパクトは、以下のような環境面での効能をもたらすと考えられる。

①交通セクターにおけるエネルギー消費の抑制

都市構造が大きな影響を与える環境負荷のひとつが、交通セクターにおけるエネルギー消費である。交通セクターにおけるエネルギー消費は、自動車による移動の機会が増えると増加するが、他の条件が一定であれば、より人口密度が高く都市エリアの広がり小さいコンパクトな都市構造であるほど徒歩などによって都市内を移動する機会が増え、都市内の自動車交通に係る需要が小さくなると考えられる。

この推論に実証的な裏づけを与えたのが Newman らの研究である。Newman らは、各国の大都市の人口ひとり当たりのガソリン消費量と人口密度を比較分析し、都市の人口密度が上がるほど人口ひとり当たりのガソリン消費量が低下する傾向があることを確認した^{22~23)}。また、英国の都市について ECOTEC が行った調査も、人口密度が1.5人/haの都市では一週間当たりの車での平均移動距離が147kmであるのに対して、人口密度が、30-50人/ha、50-人/haの都市での同移動距離は、それぞれ100km、80kmとなるという結果を確認しており、都市はよりコンパクトで高密度になるほど、交通セクターにおけるエネルギー消費量が低下することを示唆している²⁴⁾。

Newman らの分析結果については、いくつかの反論も行われている。例えば、Gordon らは、米国のいくつかの大都市では、都市の成長とともに職場も郊外部に移転しているため、都市の低密化に伴い通勤距離がかえって短くなっていると主張している²⁵⁾。このように、都市構造と交通セクターにおけるエネルギー消費との関係については、依然として議論が継続されているが、コンパクトで高密度な都市ほど交通セクターにおけるエネルギー消費量が低下するとの前提が正しければ、前章の定義による建築ストックのサステナブルな使用は、コンパクトで高密度な都市構造の形成促進を通じ、交通セクターにおけるエネルギー消費を低減させる効果があると考えられる⁽¹⁴⁾。

②建築物の使用に係るエネルギー消費の抑制

都市構造は、建築物の使用に係るエネルギー消費に直接の関連性はないものの、建築物の建て方の選択に対する影響を通じて同エネルギー消費を左右する面があると考えられる。都市における建築物の中で高い割合を占める住宅の構造は⁽¹⁵⁾、どの先進国においても、都心部ではマンションのような共同建てのタイプの割合が高いのに対して、都市縁辺部では戸建て住宅のようなより独立した形態のもの割合が高くなるのが一般的である²⁶⁾⁽¹⁶⁾。この傾向は、都市経済学における諸モデルにより、理論的にも裏付けることができる。

住宅の立地に関するトレードオフ理論におけるモデルは、都心部に近ければ近いほど、通勤に要する費用が小さくなるため、住宅に対する需要が強くなり、住宅価格や家賃が高くなると予測している²⁷⁾⁽¹⁷⁾。さらに、住宅地の密度の決定プロセスに関する理論は、住宅地の開発を行うデベロッパーは、敷地内の総住宅戸数をさらに1戸増やすのに要する費用が、当該地域における家賃水準から算出される想定住宅価格と等しくなる水準に住宅戸数を設定することにより利益の最大化を図ることを予測している²⁸⁾。1戸当たりの延べ床面積を一定との前提条件のもと、敷地の戸数密度が高くなるほど総住宅戸数をさらに1戸増やすのに要する費用が増加するとすれば、家賃水準が高いほどより戸数密度の高い開発が行われることとなる⁽¹⁸⁾。このふたつのモデルを組み合わせると、都市縁辺部は住宅価格や家賃が比較的低くなり、結果として戸建て住宅などを中心とした低密度の開発が行われる可能性が高いことが理論的に予測される。

以上の議論から、ある都市における居住を目的とした住宅需要をはじめとする建築空間に対する需要等の条件が不変であると想定すれば、当該需要の一部をこれまで満たしていた都心部の建築物が空家となり、都市縁辺部で新たに建設される住宅がとってかわることとなった場合、都市全体での戸建て住宅の割合が高まると考えられる。この一連のプロセスは、当該都市における建築物の使用に係るエネルギー消費を増加させる効果があると考えられる。なぜなら、戸建て住宅

は、共同建て住宅に比べ、一般に冷暖房に係るエネルギー効率が劣ると考えられるためである。例えば、戸建て住宅は、標準的条件の下で、類似の条件下のマンションタイプの住宅に比べて約3倍ものエネルギーを冷暖房のために必要とすると英国等で推計されているほか²⁹～³⁰、オーストラリアでは、生産エネルギーをも含めた推計で、居住者一人当たりのライフサイクルエネルギー消費量が、マンションタイプの住宅よりも戸建て住宅のほうが一般に大きいとの分析がされている⁽¹⁹⁾⁽³¹⁾。こうした議論を踏まえれば、前章の定義での建築ストックのサステナブルな使用は、都市縁辺部での戸数密度の低い開発を抑制し、高密度かつコンパクトな都市構造の実現を促進する効果があると考えられるため、結果として、一般的にエネルギー効率の低い戸建て住宅の割合の増加を防ぎ、建築物の使用に係るエネルギー消費を抑制する効果があると考えられる。

③未開発地の開発の抑制及び生物多様性の保護

都市エリアの拡大は、農地、林地等の未開発地の減少につながるが、OECD 諸国では、こうした未開発地の減少が非常に早いスピードで進展している。米国では 20 世紀の半ばから終わりまでの間に都市エリアの面積が3倍以上になっており、ニューヨークやシカゴなどの大都市では、人口増加の約 10 倍のスピードで都市エリアが拡大している³³⁾。英国では、毎年約 11,000ha の未開発地が開発されていると報告されているほか³⁴⁾、ドイツでは、過去 40 年の開発のペースが継続した場合、80 年後には国土の全てが建築物に覆われてしまうという推計がされている³⁵⁾。農地、林地等の未開発地は、農林産物の生産等へ貢献する再生不可能な貴重な資源と考えられるため³⁶⁾、こうした都市エリアの拡大を最小限に抑えることは、建築関連活動が与える環境負荷の低減を図るうえで重要なポイントのひとつであると考えられる。また、こうした未開発地の開発は、地域の生物多様性にも大きな影響を与える。例えば、米国においては、生物保護法に基づくリストに掲載されている保護対象の生物の8割以上が、生息地の開発により種の存続が脅かされていると報告されている³⁷⁾⁽²⁰⁾。このような状況の中で、既存の建築ストックを有効に活用する建築ストックのサステナブルな使用は、都市縁辺部における未開発地の開発を抑制し、生物多様性の保護にも貢献すると考えられる。

5. 建築ストックのサステナブルな使用を実現するための要素

前章で分析したとおり、建築ストックのサステナブルな使用は様々な環境上の便益をもたらすが、実質的寿命の長期化を図るためには、建築関連活動がどのように変化する必要があるのだろうか。この点について、OECD では、前章までの建築物の寿命に関する理論的分析をもとにして、建築ストックのサステナブルな使用を実現するために必要な要素をいくつか提示している⁽²¹⁾。各要素が提示された考え方は以下のとおりである。

①適切な維持修繕の実施 (Appropriate maintenance)

図1～3に示した都市経済学をベースとしたモデルは、建築物の実質的寿命の長期化するための手法について様々な示唆を与える。図1のケースの場合、曲線 DZ と曲線 CX との交点 Y が右に移動すれば実質的寿命が長期化するが、そのためには曲線 DZ の下降カーブまたは曲線 CX の上昇カーブを緩やかなものにする必要がある。このうち、後者の最適他用途の現在価値の上昇の抑制については、

最適他用途の建築物に係る収益を抑制する等の手法が想定されるが、経済的に合理的ではなく、経済合理性をいづらに犠牲にしないという建築ストックのサステナブルな使用の基本的な概念にも反するものとなる。このため、曲線 CX の下降カーブをいかに緩やかなものにするかが実質的寿命の長期化を図るうえでのポイントとなる。曲線 CX の下降カーブを緩やかにするには、現用途に係る現在価値の数式が示すとおり、年間家賃収入の低下を抑制するか、年間維持修繕等費用の上昇を抑えることが必要となる。家賃水準の低下は、当該物件の不動産としての価値の低下を示すが、Baum は、建築物の価値の低下の主たる要因を物理的劣化(Physical deterioration)及び陳腐化 (Obsolescence)としている³⁸⁾。このうち、前者の物理的劣化は、当該建築物の使用等に伴い引き起こされる物理的な性能の低下と定義されており、同劣化の進行を防ぐためには、早い段階からの適切な維持修繕が必要であり、逆に十分に維持修繕されない建築物は年数の経過とともに多額の修繕費用を必要とする物理的劣化を引き起こすと考えられる⁽²²⁾⁽³⁹⁾。以上のことから、後年における物理的劣化の進行や維持修繕費の急増の抑制につながる適切な維持修繕の実施は、建築ストックのサステナブルな使用を実現するための重要な一要素と考えられる⁽²³⁾。

②適切な改修工事の実施 (Appropriate refurbishment)

建築物の価値の低下をもたらすもうひとつの要素である陳腐化については、Baum により、物理的な使用、時間の経過等には直接関係ないかたちで引き起こされる建築物の使用性の低下と定義されており⁴⁰⁾、Salway がその要因を以下の4つのグループに類型化している⁴¹⁾。

- ・ 美的な陳腐化 (時代遅れの外観に起因)
- ・ 機能的陳腐化 (既存の建築物のレイアウト等を不十分なものとする技術進歩等に変化に起因)
- ・ 法的な陳腐化 (関連法規の改正等に起因)
- ・ 社会的な陳腐化 (より良質な環境等を求めるユーザーの要望の増大に起因)

いずれのタイプの陳腐化も、①の物理的劣化のように維持修繕の実施により抑制されるものでなく、建築物のデザイン自体を修正する必要があるため、改修工事の実施が必要となる。進行しつつあるあるいは進行の恐れのある陳腐化の内容に応じて外観やレイアウトの改善等の改修工事を過大でない費用で実施できれば、陳腐化の抑制による実質的寿命の長期化を図ることができる。

③コンバージョンの実施 (Conversion of building use)

図1～3のモデルは、様々な前提条件を想定しているが、そのうちのひとつが、建築物を解体することなしに用途の変更を行うことではないという点である。しかしながら、実際の建築関連活動においては、ロンドン、トロント等様々な都市で試みられているオフィスから住宅への用途変更など既存の建築物を改修により用途を変更するコンバージョンの手法が試みられている。このコンバージョンの手法の活用を念頭におけば、既存建築物の実質的寿命を長期化させるためのポテンシャルはさらに拡がると考えられる。仮に、ある既存建築物が近い将来に現用途に係る現在価値が最適他用途に係る現在価値を下回り建替えられることが見込まれているようなケースでも、最大の利益をうみだす用途へのコンバージョンを実施した後の当該建築物の現在価値からコンバージョンに要する費用を引いたも

のが、式2で表される最適他用途に係る現在価値を上回ることが見込まれれば、解体して建替えるよりもコンバージョンを実施したほうが経済的に有利となり⁴²⁾、実質的寿命が長期化されると考えられる。

④新築時の建築デザインにおける関連性能の向上 (Improving service-life related elements of building design)

建築ストックのサステナブルな使用は、主として既存の建築ストックに焦点をあてた概念であるが、OECDでは、新築時の建築デザインの改善も建築ストックのサステナブルな使用を実現するための重要な一要素として位置付けている。これは、建築デザインの多くの要素が実質的に新築時点で固定されることが多く、また、寿命に関連するいくつかのデザイン要素が、建築物の家賃水準の低下につながる物理的劣化及び陳腐化の進行のスピードに大きな影響を与えられとされるためである。前者の物理的劣化については、各部材等が基本的な性能を発揮しつづけることのできる期間の長さを示す物理的耐久性及び維持管理のし易さが影響を与えられとされる⁽²⁴⁾。一方、家賃水準低下のもうひとつの要因である陳腐化は、新築時点では予測が不可能な外部条件の変化により進行することが多いため、将来の需要動向の変化に対応し、過分の費用なしに必要な改修工事ができるようなフレキシビリティをデザインにもたせることが重要である⁴⁴⁾。Slaughterは、建築物のフレキシビリティを向上させるためのデザイン手法を以下の3つに分類している⁴⁵⁽²⁵⁾

- ・ ある部位の変更が他の部位に影響を与えないようにする建築物の各システム間の分離
- ・ 主要な部位の交換等を容易とするプレハブ化の推進
- ・ 当該建築物に求められる機能・性能等に係るキャパシティの将来における増加に対応できるよう各部位の設計時の負荷を高めに設定

こうした、当初の建設時点における建築物のフレキシビリティの向上は、建設時点でのコストは上昇させるものの、その後必要となる改修工事の費用を大幅に低下する効果をもたらす。例えば、米国においてフレキシビリティの向上に配慮して近年設計された48の建築物の分析結果によれば、フレキシビリティの向上に必要な費用は、平均して、当初建設費の2%未満であるのに対して、建設後初めての改修工事のみでそれを上回る改修費用を要しており、それだけでも明らかな費用低減効果をもたらしている⁴⁶⁾。

⑤既存建築物のエネルギー効率の改善

第3章で解説したとおり、建築ストックのサステナブルな使用の概念は、ただ単に実質的寿命の長期化をめざすものではなく、環境面での便益等を犠牲にしないことを基本としている。建築物は、様々な生産物の中でも最も長期間使用されるもののひとつであるが、これが逆に、新たに開発された技術がストック全体に行き渡るスピードを遅らせる影響をもたらす、現に、既存建築物の断熱性能や設備のエネルギー効率等の水準は、建設年度が古いほど低くなっている⁴⁸⁾。このような状況を踏まえれば、上述の要素を活用した実質的寿命の長期化は、既存の建築物の建替えのタイミングを先送りさせる影響があるため、結果として、建築ストックの断熱性能や設備のエネルギー効率等の改善のスピードを遅らせる影響をもたらす可能性もある。このため、OECDにおいては、ただ単に実質的寿命の長期化を図るだけでなく、併せて既存建築物の断熱性能や設備のエネル

ギー効率等の改善を進め、実質的寿命の長期化の環境面での悪影響を防止することを建築ストックのサステナブルな使用の概念を実現するための重要な要素として位置付けている。

5. まとめ

本稿は、OECDが提唱する「建築ストックのサステナブルな使用 (Sustainable Use of Building Stock)」の概念が確立されるにあたって基礎となった建築物の寿命に関する理論的な分析を概説するとともに、同概念の推進がもたらす環境面での効能及び同概念を実現するために必要な要素について分析を行った。前章までに論じたとおり、寿命に係る様々な概念のうち、建築空間に対する需要を満たしつづける期間を示す実質的寿命の概念が建築物及び建築関連活動が環境に与える負荷に最も関連性が深く、OECDにおける建築ストックのサステナブルな使用の概念も実質的寿命に焦点をあてたものとなっている。

本概念は、サステナブル建築に関する国際的な議論の場では、建築ストック全体についてサステナブル建築の概念をどのように適用するかについて体系的かつ論理的に整理する初の試みと考えられるが、前章までの議論は、今後さらなる分析が必要な点が多く存することを示唆している。例えば、3章で議論した建築ストックのサステナブルな使用に関する環境面での便益については、実質的寿命の長期化が同章に挙げた各項目の改善に実際にどの程度のインパクトを与えるかについてOECD諸国でも経験的な分析が十分に進められていない。また、第4章に挙げた建築ストックのサステナブルな使用を実現するための各要素が、実際に、どの程度実質的寿命の長期化等に寄与するものであるかという点についても理論的な推論の域をでておらず、OECD諸国における今後の経験的分析の推進が不可欠な分野である。

以上のとおり、本概念をめぐる議論は、経験的裏付けが不足している部分も多いが、本概念の提唱は、今後の建築セクターにおける環境対策の方向性に関する議論の発展の基礎となり、また上述のような必要となる経験的分析の今後の方向性を示したという点でも意義があると考えられる。本概念の提唱を受けて、建築ストックのサステナブルな使用のあり方について、国際的な協調のもと、より詳細な分析が世界的なスケールで行われることが今後望まれる。

注釈

- (1) OECDにおける調査・研究及び本稿もこうしたサステナブル建築の概念を踏まえたものとなっている。
- (2) 例えば、2002年に開催されたヨーロッパ住宅大臣会合においても、今後の重点目標として環境面からの建築ストック対策を進めることが盛り込まれたほか、同年に開催されたサステナブル建築に関する最大の国際会議であるSB2002会議においても、同様の主旨が会議の最終宣言に盛り込まれている。
- (3) ここでいう「空家として放置される」とは、建築物が物理的劣化等により需要を満たさなくなったケースを想定している。流通のプロセスで一時的に空家になったり、所有者が市場動向を見極めるために意図的に空家とするケースなど需要を満たしうる建築物の空家はここでいう「空家として放置される」に含まれない。
- (4) 現用途に係る現在価値には敷地の価値も含む。また本モデルでは、現在価値が0になる以前に他の用途の建築物へ建替えを行うことは想定せず、また、建替えを伴わない用途変更も想定していない。
- (5) 所有者が自ら使用する建築物の場合でも、仮に賃貸市場に出した場合に想定される家賃水準を勘案すれば、本モデルに基づく議論を適用することは可能である。

- (6) 例えば、文献7及び10で用いられている。
- (7) 例えば、文献8があげられる。
- (8) 曲線CXの軌跡については、様々なものが想定されうるが、モデルをよりわかり易いものとする観点から、時間0においては現在価値がマイナスであるが、時間の経過とともに徐々に上昇するという都市経済学分野でのモデルで一般的に用いられている軌跡（例えば文献7及び10）を採用することとした。また、ある建築物の最適用途は、経済・社会状況の変化で変わらうが、このモデルでは、その現在価値が、一番はじめに現用途に係る現在価値を上回るものを想定している。
- (9) 実際の経済活動では、例えば、所有者が経済状況の変化で近い将来に現用途に係る家賃水準が急騰すると予想している場合など、現用途に係る現在価値がマイナスになっても維持管理が続けられるケースも想定される。
- (10) 建築物の物理的寿命が長期化したとしても、利用されず放置されれば、新規建設の需要を抑制する効果がない。この点が、建築ストックのサステナブルな使用の概念に物理的寿命でなく実質的寿命が採用された理由のひとつである。実質的寿命の長期化に伴い維持修繕等のための材料使用が増加することが想定されるがそのインパクトについてはさらなる分析が必要である。
- (11) 道路整備工事や宅地造成工事での活用が一般的である。
- (12) 同調査では、住宅の場合この年数はさらに大きいと推測している。
- (13) ただし、高層化が求められている都市中心部における低層建築物の実質的寿命の長期化は、かえって都市縁辺部における新規開発を促進する効果がある。このような点も考慮して、建築ストックのサステナブルな使用の概念に、経済効率性を犠牲にしないという考え方が盛り込まれている。
- (14) ただし、都市構造のコントロールを通じて交通セクターにおけるエネルギー消費の低減を図る手法については、Breheenyがその効果が限定的であると指摘するなど批判もある。（文献32）建築ストックのサステナブルな使用が都市構造に与える影響の大きさも明確でないことも踏まえれば、建築ストックのサステナブルな使用が交通セクターにおけるエネルギー消費に与える影響の程度について、今後さらなる分析が必要と考えられる。
- (15) 本節では、住宅を念頭に議論を展開しているが、この議論は非住宅の建築物にも適用可能と考えられる。
- (16) 1970年代及び1980年代のヨーロッパ諸国で都市縁辺部で高層の公営住宅が建設されたようなこの傾向に当てはまらないケースも一部みられる。
- (17) 住宅の立地は様々な要因が影響するが、都市経済学で用いられる本モデルは、通勤に要する費用と住宅価格とのトレードオフで住宅の決定されると想定し、また、都市の中心に全ての勤労者の職場が存し、通勤に要する費用は都心からの離れるに従って増加する等の前提条件をおいている。
- (18) ただし、戸数密度の上昇は、建築規制や良好な居住環境を確保する観点から一定の限界がある。
- (19) 東南アジア等の冷房負荷の高い地域では、建築物の断熱性よりも通気性等が大きく影響する可能性がある点に注意が必要である。
- (20) さらに未開発地の開発は、涵養機能の低下等により水質の低下及び洪水の危険性を増すと指摘されている。
- (21) 本章に挙げた要素のほか、既存建築物の取引市場の活性化も建築ストックのサステナブルな使用の実現に貢献する可能性のある要素として指摘されている。
- (22) この点については、OECD諸国における実証的なデータが比較的少ない。デンマークの公営住宅において適切な維持修繕により年数の経過に伴う維持修繕費の上昇を抑えることができたとの報告（文献43）など一部にデータが存するが、さらなる分析が必要である。
- (23) 堤らの研究では、メンテナンスを行っている住宅は建替えよりも増改築を行う傾向があることを明らかにしている。（文献47）
- (24) これらの性能は、年間維持修繕費用にも影響を与えと考えられる。
- (25) Slaughterの分類は、部位レベルの対応に重点をおいているが、建築物のフレキシビリティを向上させるための手法には、この他にも、無柱化の推進など建築物全体の構造上の工夫によるもの等も想定される。
- OECD/IEA joint workshop on Achieving Sustainability and Energy Efficiency in Buildings, 1999.
- Deakin: op. cit., 1998.
- Evans, A.: *Urban Economics*, Blackwell, 1985
- OECD: *Sustainable Use of Building Stock*, OECD, 2003a.
- World Resources Institute: *Resource Flows: The Material Basis of Industrial Economies*, Washington, D.C., 1997.
- OECD: *Environmentally Sustainable Building: challenges and policies*, OECD, 2003b.
- OECD: *Case Studies on Policy Instruments for Environmentally Sustainable Buildings*, OECD, 2001.
- 長谷川貴彦: 建築セクターにおけるサステナビリティとヨーロッパ諸国の取り組み、住宅と木材、10月号、pp11～25、2002.10.
- Powell, J.: "Information, the Key to Sustainability?", paper presented at the OECD/IEA Joint Workshop on the Design of Sustainable Building Policies, OECD, 2001
- OECD: op. cit., 2003b.
- OECD: op. cit., 2003b.
- 岡建雄: グリーンオフィスの設計、オーム社、2000年
- Howard, N.: *Sustainable Construction- the Data*, BRE, 2000.
- Selwyn, T.: "Embodied Energy", CSIRO Building Environment Brochure, CSIRO, 2000.
- Newman, P. and Kenworthy, J.: "Gasoline consumption and cities: a comparison of US cities with a global survey", *Cities and Automobile Dependence*, Journal of American Planning Association 55, Gower, Aldershot, 1989.
- Newman, P. and Kenworthy, J.: *Cities and Automobile Dependence*, Gower, Aldershot, 1989.
- ECOTEC: *Reducing Transport Emissions Through Planning*, HMSO, 1993.
- Gordon, P and Richardson, H.: Gasoline Consumption and Cities: a reply", *Journal of the American Planning Association*, 1989
- Evans: op. cit., 1985.
- Evans: op. cit., 1985.
- Evans: op. cit., 1985.
- Mills, E. and Hamilton, B: *Urban Economics*, Harper Collins College, 1994
- Mills and Hamilton: op. cit., 1994
- BRE: "Energy conservation: a study of energy consumption in buildings and means of saving energy in housing", CP56, BRE, 1975.
- Newton, P., Tucker, S. and Ambrose, M.: "Housing Form, Energy use and Greenhouse Gas Emissions" in Williams, K., Burton, E. and Jenks, M. (eds) *Achieving Sustainable Urban Form*, Spon Press, 2000.
- Breheeny, M.: "The Compact City and Transport Energy Consumption", Institute of British Geographers 1995.
- US Environmental Protection Agency: *Our Built and Natural Environments*, US Environmental Protection Agency, 2001. 及び Gorham, R.: "Land Use Planning and Sustainable Urban Travel: Overcoming Barriers to Effective Coordination", background paper for ECMT/OECD Workshop, 1998
- OECD: *Future Housing Needs and Urban Development*, OECD, 1998.
- Kohler, N. and Hassler, U.: "The building stock as a research project", *Building Research and Information*, Taylor and Francis. 2002.
- URBED: *Tomorrow: a peaceful path to urban form*, Friends of Earth, 1998.
- US Environmental Protection Agency: op. cit., 2001.
- Baum, A: *Property Investment Depreciation and Obsolescence*, Routledge, 1991.
- Baum: op. cit., 1991.
- Baum: op. cit., 1991.
- Salway, F.: *Depreciation of Commercial Property*, Calus, 1986.
- Baum: op. cit., 1991.
- Skifter Andersen: "Explanation of urban decay and renewal in the housing market: what can Europe learn from American research", *Netherlands Journal of Housing and Built Environment* Vol.10 No.1, 1995.
- Baum: op. cit., 1991.
- Slaughter, E: "Design Strategies to Increase Building Flexibility", *Building Research and Information* 29(3), Taylor and Francis, 2001.
- Slaughter: op. cit., 2001.
- 堤 洋樹、小松幸夫: メンテナンスと建て替えの関係から見た戸建住宅の寿命に関する研究、日本建築学会計画系論文報告集、第559号、pp233～239、2002.7
- OECD: op. cit., 2003.

(2003年12月4日原稿受理、2004年6月17日採用決定)

参考文献

- 1) 野城智也、加藤裕久、吉田倬郎、小松幸夫: 東京都中央区における事務所建築の寿命実態-非木造建築物の寿命実態に関する調査研究-、日本建築学会計画系論文報告集、第413号、pp139～147、1990.7
- 2) 小松幸夫: 建築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、pp91～99、1992.9
- 3) 小松幸夫、加藤裕久、吉田倬郎、野城智也: わが国における各種住宅の寿命分布に関する調査報告-1987年固定資産台帳に基づく推計-、日本建築学会計画系論文報告集、第439号、pp101～110、1992.9
- 4) 野城智也: 建設量と現存量の比較に基づく建物の寿命分析の分布の試算、日本建築学会計画系論文報告集、第464号、pp151～160、1994.10
- 5) 大佛俊泰、清水貴雄: 建築物の除却関連因子と残存確率曲線の推定、日本建築学会計画系論文報告集、第560号、pp201～206、2002.10
- 6) 小松幸夫、島津護: 竣工記録に基づいた事務所建物の寿命調査、日本建築学会計画系論文報告集、第565号、pp317～322、2003.3
- 7) Deakin, M.: "Land use, building obsolescence and depreciation" in Brandon, P. S. and Ventivegna, V. (eds) *Evaluation of Built Environment for Sustainability*, Routledge, 1998.
- 8) Yashiro, T.: Relevant Factors and Possible Indicators to Resource-Reuse-Efficiency in Construction", paper presented at the