



**大塚 雅之** (おおつか まさゆき)  
 関東学院大学 建築・環境学部長 教授

**プロフィール**

1983年 3月 東京理科大学理工学部建築学科卒業  
 1988年 3月 東京理科大学大学院理工学研究科建築学専攻終了 (工学博士)  
 1989年 4月 株式会社ジェス入社  
 技術開発室長を経て取締役技術開発部長 (～1996年3月)  
 1996年 4月 関東学院大学工学部建築設備工学科助教授  
 2002年 4月 関東学院大学建築学科教授  
 2013年 4月 関東学院大学建築・環境学部教授  
 2015年 4月 関東学院大学建築・環境学部長

学協会活動：(公社) 空気調和・衛生工学会理事  
 (一社) 建築保全センター  
 (一社) 日本建築センター委員  
 非営利法人給排水設備研究会会長理事

受賞歴：空気調和・衛生工学論文賞 (2008年度, 2010年度)  
 空気調和・衛生工学技術賞 (2006年度)  
 日本建築家協会環境建築賞 (2016年度)  
 (一社) 建築環境・省エネルギー機構サステナブル建築賞 (2007年度)

## 本質が求められるZEBへの期待

### はじめに

建築物省エネ法が施行され、2017年4月より延床面積2000m<sup>2</sup>以上の非住宅について、建築物エネルギー消費性能基準への適合が義務化された。業界ではますますZEB<sup>\*1</sup> (Net Zero Energy Building) 化への指向に拍車がかかっている。とりわけ、省エネを考えたファサード・エンジニアリングの採用、高効率型設備機器と再生可能エネルギー技術の積極的な導入に加えて、健康志向・スマートウェルネスの推進、IoT技術の活用もその一環と言える。しかし、この激動期にZEBを指向し、設計・施工された建物の20～30年後の姿をどのように予想できるだろうか。建築・省エネルギー技術は日進月歩の世界。その頃には、設備機器等の陳腐化は進み価値観も変わり、つわものどもの夢の跡。きっと、ストックとしてリニューアルを施すタイミングを迎えているだろう。今一度、ZEBの本質を見つめなおして、流行り言葉に流されることなく、総合的な観点から技術の進歩やライフスタイルの変化、社会的な価値観の変化に対応できるキャパシティを持ったZEBのあり方について考えておく必要がある。

### SI化による将来のZEB改修への対応

そのためには、まず、スケルトン、インフィル、クラディングといった耐用年数や建物の構成要素の違いを総合的に捉えたZEB化への視点が重要である。将来の新たなZEB化への改修に対し、しなやかに、そしてフレキシブルに対応させた建築計画が大切である。建物や設備は、

時代の変遷や生活の価値観の変化に応じ、それと共にZEBのベクトルも変わってくる。一般に言われる耐用年数が長いスケルトンと、用途変更や設備更新頻度の高いインフィルの機能性の違いを踏まえるとともに、ダブルスキン等の外皮部分にあたるクラディングは、デザイン性と断熱・日射取得・遮蔽性、換気促進など環境調整機能を兼ね備えた極めて重要な構成要素と言える。これらのあり方を建築・設備の両面から総合的に提案し、検証を続ける大阪のNEXT21<sup>※2</sup>の試みは、一つの建物を使って何度となく時代フェーズを考えながらあるべき姿を実験的に模索しており、実験住宅といいつつ、生活スタイル、価値観、部材開発に応じてフレキシブルに検討を重ねている。そんな取り組みがフレキシブルに対応できるZEBの姿を想像させるお手本の一つといえよう。SI（スケルトン・インフィル）は、イニシャルコストはかかるが、更新性や維持管理コストは、ライフサイクルで考えるとメリットがあると言われて久しい。省エネ促進に向け、更新性・可変性を向上させた箱モノの計画が最も重要である。新規高効率型設備機器や新たな建築外皮等の部材の開発に対し、フレキシブルに適応できるSI化の発想を踏まえて、先読みした箱モノの提案が新たなZEBへの対応の第一歩である。

### **省エネと省資源の両輪を考えたZEB化、さらにZWB化へ**

さらに、省エネのみではなく、省資源化を含め総合的にCO<sub>2</sub>排出量の抑制に努めたZEB化技術の構築とその評価手法の確立が必要ではないか。ZEBは、一次消費エネルギー量を指標に、参考建物に対するその削減率の大小で評価されるが、現在その担い手は、建築、そして空調・電気設備が主流である。本来は、建物に使用される水の節水効果や再利用水の可能性、ゴミの減容化やリサイクル対応といった衛生設備や廃棄物処理の関与も評価に加える必要がある。建物単体、すなわち個別循環的に扱っていた節水や雨水利用、再利用の考えを、広く地域循環や広域循環の範囲まで拡張させ広い範囲で水資源の削減に努めることが大切である。海外では、既にZWB（Zero Water Building）への発想もあり、今後は資源量の削減も加えた総合的な環境負荷削減への取り組みが必要である。目を東アジアから東南アジア、更には中央アジアを経てアフリカに転じてみれば、水資源確保は重要な問題である。わが国でもオフィスビルの執務者一人あたりの設計用水消費原単位は、現在も80～100L/（日・人）であるが、実態は節水化が進み50L/（日・人）程度と半減している。個々の節水型機器の使用と共に、雨水利用や排水再利用、下水排熱利用なども含めた対応を検討してゆく、いわば、省エネに省資源化を加え、両輪で環境負荷削減に取り組むコンセプト、すなわちZEB&ZWBの総合的な捉え方が大切で、その定量的な評価法の確立が求められる。

### **LCP・BCPへも対応できるZEBと居住者理解の重要性**

最後は、災害時等にライフラインが途絶した際に、居住者や地域住民のLCP（生活継続計

画：Life Continuity Plan) やBCP (事業継続計画：Business Continuity Plan) へ対応できる避難拠点としてのZEBへの期待である。先般、実施された国土交通省総合技術開発プロジェクト「災害拠点建築物の機能継続技術の開発」<sup>\*3</sup>では、ライフラインが途絶した際に、避難拠点となる施設において、災害後のエネルギー自立技術の重要性が述べられている。すなわち、平常時の省エネ化の運用に加えて、良好な建築性能を有し、非常時にはエネルギーを自立でき、生活者の生命を維持するために運用できる建物としてのZEBが求められる。

最近、被災時には避難施設となる大学の体育館の熱環境を1年間実測する機会があった。築20年以上を経過している建物であるが、開口部や壁面の断熱性能は低く、夏期には蒸し暑く、冬期にはぐっと冷え込む。このような施設が全国には多く点在する。災害時には多くの高齢者も避難所へ収容しなければならないため、ヒートショックや熱中症の発症への心配もある。さらに、開口部の多い施設では地震時にガラスの破損による危険と共に、破損時の断熱性の低下も危惧される。

このような背景の中、エネルギー自立型建築を考える前段として、建築性能を高めるパッシブ技術の向上は、新築と共に既存建物のZEB化への改修で求められる基本事項でもある。その上で再生可能エネルギーや非常用電源を導入し、エネルギーの自立を論じるべきであろう。災害時に生活環境を何とか維持できるためのパッシブ技術の開発と、その成果を既存建物へ適用することがまずは急務である。さらに、先に提案した衛生設備との両輪で考えるZEBを考えれば、非常用トイレやトイレ洗浄水の確保もサステナブルなZEBの達成に向けては、欠かすことのできない要素技術でもある。

一方、最近の大規模物件ではLCP・BCP対策も重視され、エネルギー自立型設備や非常用水源への備えも充実してきている。しかし、これらの設備を非常時に、だれが、冷静に判断し運用できるのか。設計者や実務家の意見が先行し、先端的なZEB化対応の設備機器の一環として導入されるが、肝心な生活者はその知識もなく操作方法も十分に知らない。このよう状況ではいざという場面でまったく対応できない。通常時の使用でも同じであるが、設計者や施工者は、高度なZEB技術と非常時でのその活用方法を分かりやすく説明し、習得してもらうこと、居住者にとってシステムが理解しやすいシンプルな計画とし、日常生活の中で体験できることも、ZEBを普及させる重要なソフト対策と言えよう。

## おわりに

先端技術を追求めたZEBへの指向に、「技術の進歩により資源利用の効率性は向上したが、資源消費は減らずにむしろ増加する」というジェボンズのパラドックスが思い浮かぶ。奇をてらった高効率設備やトレンド技術のみを採用したZEBは、その建築のライフサイクル、そして将来を見据えると逆効果へ繋がることもある。皆が現行のZEB評価チャートに向かうのではな

く、震災時対策、社会や価値観や生活スタイルの変化に応じた新たな価値観を持ったZEBを模索し、建物利用者の生活観、人生を豊かにする技術を構築してゆくことが大切である。

一方、都市の狭小な敷地では、太陽光発電の再生可能エネルギーの充足にも限界があり建物単体で完全なZEB化を実現ことは難しい。その解決策として、電力の有効利用に加え、木質バイオマス、ごみ処理排熱や都市下水排熱などの未利用エネルギーを含めたエネルギーを地域単位で融通しあい地域交通システムなどのインフラ整備と市民のライフスタイルの変化なども総合的に捉えたスマートコミュニティの概念<sup>※4</sup>が必要になる。

※1：建築計画上のパッシブ手法（断熱、日射遮蔽、昼光利用、自然換気等）を最大限に活用し、寿命が長く改修が困難な躯体や外皮性能を高度化することに加え、高効率な設備機器類と融合させ徹底的な省エネルギーを実現させる。さらに、再生可能エネルギーを導入して太陽光発電等からエネルギーを創り出し、年間のエネルギー消費量収支を限りなくゼロに近づける建築物。

※2：近未来の都市型住宅のあり方について、環境・エネルギー・暮らしの面から実証・提案することを目的とした大阪ガスが取り組む実験集合住宅。

※3：国土交通省総合技術開発プロジェクト「災害拠点建築物の機能継続技術の開発」災害拠点建築物の設計ガイドライン（案）2017.3.30

URL：<http://www.nilim.go.jp/lab/hbg/saigai/saigaikyotenn.htm>（2017年12月現在）

※4：地域社会がエネルギーを消費するだけでなく、つくり、蓄え、賢く使うことを地域単位で統合的に管理する社会。