

亜熱帯地域における ZEB（ゼロ・エネルギー・ビル）の市場可能性

（株）野村総合研究所 社会システムコンサルティング部 副主任コンサルタント 水石 仁
事業戦略コンサルティング部 コンサルタント 茂野 綾美

1. はじめに

先進国、途上国を問わず、一般的に住宅・建築分野は最終エネルギー消費量全体の 30～50%程度を占め、かつ増加傾向に歯止めがかかっていないことから、低炭素社会の実現に向けて、住宅や建築物^{*1}のゼロ・エネルギー化の加速が世界的に急務となっている。

このような背景を受けて、既稿^{*2,*3}においては、ZEB（ゼロ・エネルギー・ビル）/ZEH（ゼロ・エネルギー住宅）^{*4}に関する世界各国の動向とわが国の状況について概説した。従来、欧米諸国を中心に「寒冷地域」を念頭に検討が進められてきたが、本稿では、今後、市場拡大が期待される亜熱帯地域における ZEB/ZEH（以下、亜熱帯 ZEB/ZEH）に焦点を当て、市場規模や各国における萌芽事例、技術的な特徴等を紹介した上で、ZEB/ZEH の国際展開に向けた今後の展望について考察する。

2. 亜熱帯 ZEB/ZEH の市場規模

1) 欧米諸国を中心に ZEB/ZEH に関する取り組みが加速

ZEB/ZEH の実現や展開に向けての検討は、欧米諸国を中心に進められてきた。住宅・建築物のゼロ・エネルギー化の取り組みを牽引する英国では、2016 年までにすべての新築住宅を ZEH に、2019 年までにすべての新築建築物を ZEB にするよう法制化が進められている。その他、既稿で紹介したように、欧州や米国においても同様の政策ビジョンが提示され、その実現に向けて、住宅・建築物に関する省エネ基準の強化や省エネ性能ラベリング制度の構築・拡充、要素技術の研究開発や実証事業などが推進されている。

わが国においても、政府の新成長戦略における重点施策の一つとして ZEB/ZEH が位置づけられたほか、2010 年 6 月に公表された「エネルギー基本計画」では、2020 年までに標準的な新築住宅において ZEH を実現するとともに、2030 年までに新築建築物全体の平均^{*5}で ZEB を実現することが目標として掲げられた。

*1 本稿では、住宅とは区別し、オフィスビルや商業施設などの業務用ビルを指す。

*2 茂野綾美、水石仁「ゼロ・エネルギー・ビルの実現と展開に向けてー低炭素社会の構築に向けて建築分野に期待される役割ー」（NRI パブリックマネジメントレビュー、2010 年 5 月号）

*3 水石仁、滝雄二郎「普及が期待されるゼロエミッション住宅とそのビジネスチャンス」（NRI 知的資産創造、2010 年 5 月号）

*4 ここでは既稿に倣い、「建築物における化石エネルギー消費量を、躯体・設備の省エネ性能向上、オンサイト（敷地内）での再生可能エネルギーの活用等により削減し、年間での化石エネルギー消費量がネット（正味）でゼロとなる建築物」を ZEB（ゼロ・エネルギー・ビル）と定義し、同じ要件を満たす住宅を ZEH（ゼロ・エネルギー住宅）と称する。

*5 すべての新築建築物の ZEB 化を目指すのではなく、建築物の用途等に応じてマイナス・エネルギーやプラス・エネルギーになるものがある中、新築建築物全体として ZEB 化を目指すという趣旨。

2) ZEB/ZEHの市場規模は2030年に80兆円規模に拡大

前述のように、欧米諸国を中心として、ZEB/ZEHに関する政策ビジョンの策定や各種規制、支援策が推進されたことを受けて、各国ではZEB/ZEHの実現に向けた省エネ対策や創エネ対策^{*6}に係る市場が急速に立ち上がりつつある。

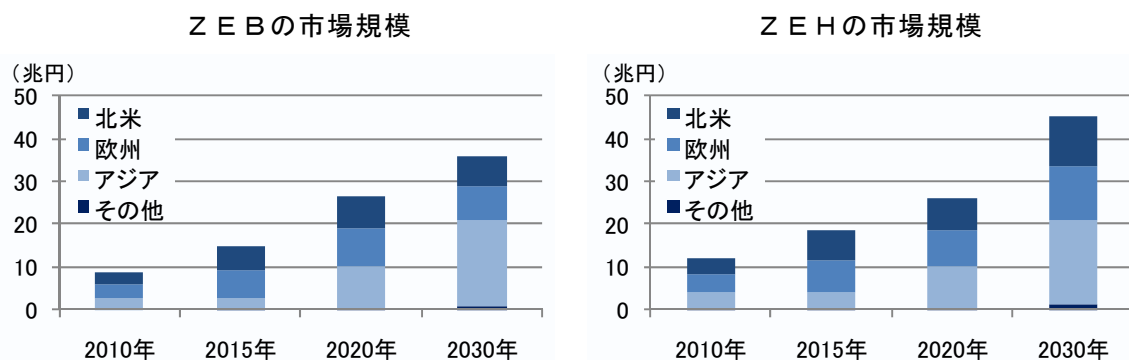
NRIの推計^{*7}では、2010年時点におけるZEB関連の市場規模^{*8}は約8.7兆円と推計され、2020年には約26.6兆円、2030年には約35.7兆円になると予測される(図表1)。ZEH関連の市場規模は、2010年に約12兆円、2020年に約26兆円、2030年に約45兆円と推計され、住宅と建築物を合わせると、2030年に

は約80兆円規模の市場に拡大すると考えられる。

3) ZEB/ZEH市場の主役は寒冷地域から亜熱帯地域へ

2010年には、ZEB/ZEHともに市場の70%以上を欧米諸国が占めているが、人口増加やマクロ経済成長に伴い、2030年には市場の半分程度をアジア地域が占め、その大半は亜熱帯地域に属する。したがって、今後20年程度の間に、ZEB/ZEH市場の中核は欧米を中心とする寒冷地域向けの技術から、アジアを中心とする亜熱帯地域向けの技術にシフトすると考えられる。

図表1 ZEB/ZEHの市場規模(暫定値)



出所) 各種資料に基づき NRI 推計

3. 亜熱帯ZEB/ZEHの特徴と事例

住宅・建築分野においては、気候風土や生活文化が、設計の基本的な考え方や具体的な技術の採用に大きな影響を与える。従来のZEB/ZEHの検討においては、寒冷地域を念頭に置いていたことから、建物の外皮・躯体の断熱や暖房設備のエネルギー効率化など、

暖房によるエネルギー消費量を削減するための建築・設備技術にまず焦点が置かれてきた。しかしながら、今後大きな市場の成長が見込まれる亜熱帯地域においてZEB/ZEHを実現するためには、暖房よりも冷房によるエネルギー消費量を削減するための技術が鍵となる。

ここでは、国内外における亜熱帯地域のZEB/ZEHの事例として、沖縄、ハワイ、シ

*6 ここでは、太陽光発電や風力発電などの再生可能エネルギー利用等により、エネルギーを生産する対策を指す。

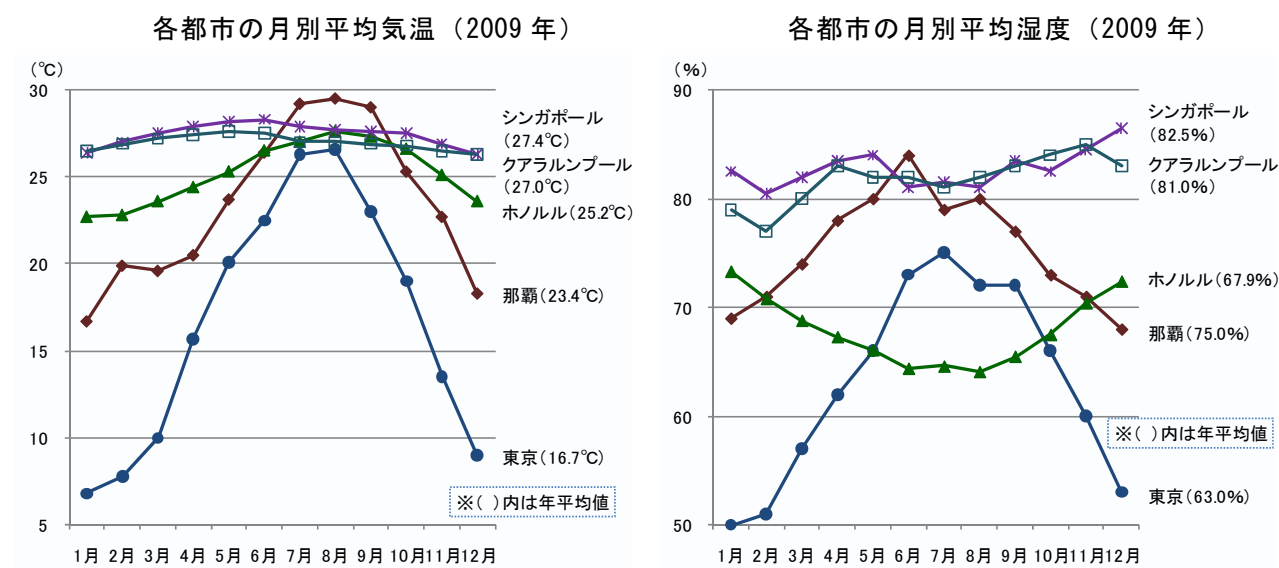
*7 数字はいずれも現時点での暫定値。

*8 本稿では、ZEB/ZEHの市場規模を、ZEB/ZEHの実現に向けた各種省エネ対策や創エネ対策の市場規模の総和と定義する。建築設計(外皮・躯体等)や空調、給湯、照明等の設備(工事含む)については従来市場からの追加分とし、省エネ支援サービス(見える化、制御等)や太陽光発電、燃料電池などの創エネ対策については新規市場全体を対象としている。

ンガポール、マレーシアを取り上げる*9。なお、各地域の気候条件の比較を図表2に示す。

いずれの地域も、東京に比べて年間を通して気温・湿度ともに高い。

図表2 各地域の気候条件の比較



出所) 理科年表より NRI 作成

1) 沖縄の気候風土・ライフスタイルに合わせたエコハウス

宮古島市は、環境省のモデル事業「21世紀環境共生型住宅（エコハウス）」において、沖縄の気候条件、住まい方等に適応した2棟のエコハウス（市街地型と郊外型）を2010年に完成させた（現在は宿泊体験型施設として利用）。

市街地型のエコハウスは、間口が狭く奥行きのある街中の立地条件を踏まえ、自然換気

を促す立体的な開口部を設けているほか、強い日差しや台風による暴風から家屋を守る緩衝壁（花ブロックと呼ばれる沖縄独自の穴の開いた外壁）、太陽熱利用給湯器、LED照明などが採用されている。郊外型エコハウスは、高齢者の多く住む農業地区に建設され、沖縄伝統の赤瓦が特徴的である。花ブロックを採用しているほか、日射遮蔽や雨よけとしての機能も有する深い軒下の半戶外空間を設けている。

図表3 宮古島のエコハウス



出所) NRI 撮影（2010年8月）

*9 取り上げている事例の中には厳密にゼロ・エネルギーでないものも含む。

2) 海風を利用したハワイのZEB

米国ハワイ州ハワイ島に 2005 年に完成したハワイ州政府の自然エネルギー研究センターは、冷たい海風を利用した施設の冷却を設計コンセプトとしており、ソーラーチムニーと呼ばれる熱を利用した自然換気システムを導入している。その他、エネルギー消費量と気候条件をオンラインで監視するシステムや 20kW の太陽光発電システムを搭載しており、太陽光発電システムによる発電量は同ビルにおけるエネルギー消費量の 107%をカバーしている。

図表 4 ハワイのZEB事例



出所) ハワイ自然エネルギー研究センター
ウェブサイト

3) シンガポール政府による省エネ改修プロジェクト

シンガポール政府は 2020 年までに約 3.5 億米ドル（約 315 億円）を投じて公共建築物のグリーン化を進め、民間建築物についても積極的にグリーン化を進める方針を公表している。

建築建設局（Building & Construction Authority : BCA）は、こうした動きに先行する形で 786 万米ドル（約 7 億円）を投じて省エネ改修を行い、シンガポール初となる ZEB を 2009 年に実現させた。BCA 敷地内の既存のビル（職業訓練・研修施設）に、自然換気、自然採光、遮光パネル、高効率照明、パーソナル空調など先進的な省エネ技術を複合的に採用し、さらに年間の総発電量が 20 万 kWh 以上にのぼる太陽光発電パネルを搭載している。

図表 5 シンガポールのZEB事例



出所) BCA ウェブサイト

4) マレーシアのニアZEB

マレーシアにおける省エネ関連の取り組みでイニシアチブを取るマレーシア・エネルギーセンター（Pusat Tenaga Malaysia : PTM）

は、2004 年に本部ビルを超省エネビルとして設計・建設した（通称 LEO）。マレーシアの一般的なオフィスビルのエネルギー消費原単位が 200kWh/m²/年程度であるのに対して、

LEOのエネルギー消費原単位は114kWh/m²/年と50%程度の省エネを実現している。採用されている技術は自然採光、高効率照明、高効率OA機器、エネルギーマネジメントシステム等で、追加的な投資コストは建設コスト全体の5%程度、投資回収期間は約5年と、費用対効果に優れた設計となっている。

PTMはさらに2006年よりZEBを目指したビル設計・建設に着手し、2007年に竣工した(通称GEO)。同ビルのエネルギー消費原単位は太陽光発電分を除くと65kWh/m²/年、太陽光発電分を含めると30kWh/m²/年である。厳密にはZEBではないが、マレーシア初のZEBに近いビルとして注目を集めている。建築・設備技術としては、自然採光、高効率機器等を採用しているほか、日射遮蔽のために階数が上がるほど外壁が外側に張り出すような設計となっている。また、建材一体型の太陽光発電パネルを4か所に設置しており、年間の総発電量は10万kWhを超える。

5) 亜熱帯ZEB/ZEHの技術的ポイント

ここで紹介した事例を見ると、いずれも日射遮蔽や遮熱、通風・換気に対する配慮が重要なポイントとして挙げられる。

照明に関しては、LED照明などの高効率照明を採用することで、照明のエネルギー消費量削減だけでなく、室内での内部発熱を抑制し、空調のエネルギー消費量削減にも寄与する。また、自然採光を行う場合には、熱も同時に室内に取り入れられないよう設計の工夫が求められる。空調に関しては、自然通風、自然換気といった自然のポテンシャルを有効に活用するとともに、快適性の観点からは亜熱帯地域特有の湿度対策が重要となる。

ZEB/ZEHを実現するためには、これらの省エネ技術の採用のみでは困難であることから、太陽光、太陽熱、風力など自然エネルギーの利用が不可欠である。

図表6 マレーシアのZEB事例



出所) UNIVERSITI TEKNOLOGI MALAYSIA

4. 亜熱帯ZEB/ZEHの国際展開に向けて

1) 縮小する国内市場と成長著しいアジア市場

国内の建設市場に目を向けると、人口・世帯数の減少、少子・高齢化の進展等を背景として、国内市場は縮小傾向にある。NRIの予測では、2015年度の国内建設投資は、ピーク時(1992年度、84兆円)の半分に減少する。一方、アジア全体で見ると、今後、人口増加やマクロ経済成長に伴い、建設市場は年平均5%程度の成長が続くと予想される。縮小傾向にある国内市場だけでなく、アジアを中心に成長が見込まれる海外市場に目を向けることで、ビジネスチャンスは大きく拡大する。

2) 亜熱帯地域をターゲットとする欧州・韓国の動向

3章で紹介したように、東南アジアの国々でも、すでにZEB/ZEHに関する取り組みが始まっている。マレーシアの事例では、欧州の設計事務所や設備設計コンサルタントが現地企業と共同で建物の設計・施工を実施して

おり、すでに進出の足掛かりを築きつつある。

また韓国では、政府が 2025 年に ZEB/ZEH を実現するよう段階的に省エネ基準を強化する方針を示しており、サムソングループは韓国発の ZEH のショーケース（“Green Tomorrow”）の建設に着手している。韓国は、官民一体となり、東南アジアなどの発展途上国向けに都市インフラを一括して輸出する戦略を推進しており、ZEB/ZEH についても、都市インフラ輸出を構成する一つのパーツとして、アジアを中心とする成長市場に打って出る可能性が考えられる。

3) ハウスメーカー・設計事務所・ゼネコン の設計ノウハウを強みにした展開

以上の動向を踏まえると、今後わが国においても、亜熱帯地域への ZEB/ZEH 関連技術の国際展開を早急に検討していく必要がある。

ZEB/ZEH の関連技術は、設計・計画から、建材、空調、換気、給湯、照明、家電・OA 機器、さらにはエネルギーマネジメントシステムや太陽光発電システム等の創エネ技術まで、技術分野が多岐に亘る。技術分野ごとに主要な日系企業の国際展開の状況を見ると、空調や照明、家電・OA 機器などの個別要素技術レベルでは、主要メーカーはいずれも海外に広く事業展開しており、海外市場における認知度も高く、その技術力も高く評価されている。一方、設計や施工を担うハウスメーカーや設計事務所、ゼネコンについては、空調、照明等のメーカーと比較して、海外展開が思うように進んでいない状況にある。

ZEB/ZEH を実現するには、個別要素技術を上手く組み合わせ、住宅や建築物全体として最適に制御することが肝要であり、その役割を担うのがハウスメーカーや設計事務所、ゼネコンである。これらの事業者は、南北に細長く多様な気候帯を有するわが国において、それぞれの気候風土や生活様式に適した住宅

や建築物の設計・施工を数多く手掛け、そのノウハウを蓄積してきた。特に、亜熱帯地域 ZEB/ZEH の実現において重要なポイントとなる空調設計や照明設計に関しては、欧米企業に比べて一日の長があり、亜熱帯地域における ZEB/ZEH の展開には大きな強みとなる。

亜熱帯地域における ZEB/ZEH の国際展開においては、ハウスメーカーや設計事務所、ゼネコンが中心となり、個別要素技術のメーカーも巻き込んで、各地域の気候風土や生活様式に合った ZEB/ZEH の提案を推進していくことが重要と考える。同時に、ZEB/ZEH の国際展開は、わが国の産業競争力の強化にもつながることから、政府による支援も不可欠である。例えば、政府主導により、民間企業を巻き込んで、現地政府との協同によるモデルプロジェクトの実施や ZEB/ZEH に関する規格や基準策定の支援を進めていくことが考えられる。

〔謝辞〕

本稿を執筆するにあたり、早稲田大学 田辺新一教授から貴重なご助言をいただいた。ここに記して謝意を表する次第である。

筆者

水石 仁（みずいし ただし）
株式会社 野村総合研究所
社会システムコンサルティング部
副主任コンサルタント
専門は、建築環境分野における政策立案支援、事業戦略立案 など
E-mail: t-mizuishi@nri.co.jp

筆者

茂野 綾美（しげの あやみ）
株式会社 野村総合研究所
事業戦略コンサルティング部
コンサルタント
専門は、環境分野における政策立案支援、事業戦略立案 など
E-mail: a-shigeno@nri.co.jp