ZEB の現状と事例紹介

大成建設 ZEB 実証棟 ~都市部での ZEB 普及を目指して~

TAISEI corporation ZEB demonstration building - Targeting the spread of ZEB in urban areas -

梶山隆史・田中拓也*

1. はじめに

近年,地球温暖化やエネルギー問題を背景に,ZEB(ゼロ・エネルギー・ビル)への取り組みが活発化している. 我が国では,2014年4月に閣議決定されたエネルギー基本計画において「2020年までに新築の公共建築物等で,2030年までに新築建築物の平均でZEBの実現を目指す」ことが示された.

この目標を達成するためには、現状、エネルギー消費の大部分を占めている都市部の建築物こそ ZEB 化する必要があり、都市部の建築に適用可能な ZEB 化技術の確立と普及に向けた実験・検証が不可欠である。

そのため、我々は「都市型 ZEB」プロジェクトを立ち上げ、そのプロトタイプとして「大成建設 ZEB 実証棟」(図 1)を 2014 年 5 月に竣工させ、実運用化における各技術および建物全体のエネルギー性能の実証を進めてきた。¹⁾ ここではその概要およびエネルギー性能を中心とした実績を紹介する.



図1 大成建設 ZEB 実証棟

2. 都市型 ZEB への取組

日本におけるエネルギーの課題の1つはエネルギー消費が都市に集中していることにある. 首都圏, 名古屋, 関西, 福岡の大都市において国土面積の約5%の土地に人口の49%と電力エネルギーの約48%が消費されているのが実状である(図2). 建物・人口・エネルギー密度の高い都市部において, いかに ZEB を実現・普及していくかが我々に課された命題であると考え,「都市型 ZEB」プロジェクトを推進してきた.

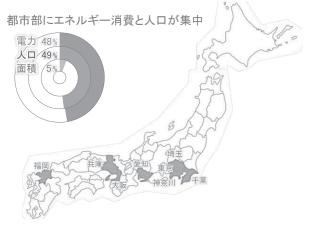


図2 日本におけるエネルギー消費と人口比率

都市部では、土地利用の効率化、経済的理由で中高層建物が多く、ZEBの実現は容易ではない、再生可能エネルギーとして有力で、汎用化が進む太陽光発電(PV:Photovoltaic)を検討する場合、主要な設置場所となる屋根は、高層建物ほど延床面積に対する面積割合が小さく、ほぼ延床面積に比例するエネルギー消費量に対し、エネルギー生成量が不足

^{*}大成建設(株)

する.かといって、周辺敷地にPVを設置する敷地的余裕はない.都市に集中する高層建物のnet ZEB 化を困難にしている最大の要因である.

「都市型 ZEB」では、建物のみで再生可能エネルギーを生成し、消費するエネルギーとバランスすることを目指している。そのため、消費するエネルギーを極小化する技術(更なる省エネ)と生成するエネルギーを最大化する技術(効率的な創エネ)、更にそれらを効率的に組み合わせた建物を計画することが必要である。この課題を解決する提案の一つとして、従来は意匠性や眺望、外界との負荷遮蔽を目的としてデザインされていた外壁をエネルギー視点で最大限活用することを考えた。外壁面積は階数に比例するため、理想的には各階で消費するエネルギーを各階の外壁で生成すれば、何層積み上げてもnet ZEB が成立する。

本プロジェクトの第一号建物である ZEB 実証棟では、例えば、外壁に PV を組み込んで BIPV 化する際のファサードの意匠性との調和や、発電以外にも外壁で得られる自然エネルギーを最大限に活用するためバルコニーを採用するなどの要素を試行している、建物竣工後の実運用化において、年間エネルギー収支 0 を継続的に実現しながら、導入システムの技術検証を進めている。

また、エネルギー性能のみならず、ビルの環境性能全般に配慮することを目標とし、「業務に集中できるスマートで快適なオフィス環境の創出」と「高い安全性とBCPへの対応」の両立も都市型ZEBの実現には必要な要素として位置付け、「いきいきオフィス」、「ゼロエネルギー」、「ひとつ上の安心」の3つのコンセプトを掲げて、付加価値の高いZEBを目指した建物である(図3).

いきいきオフィス 業務に集中できるスマート で快適なオフィス環境を創出

ゼロエネルギー 省エネと創エネにより年間 エネルギー収支ゼロを実現

ひとつ上の安心 高い安全性と事業継続性を 確保する BCP への対応を実施



図3 ZEB 実証棟の3つのコンセプト

2. 建物概要

ZEB 実証棟は、大成建設技術センター敷地内の

ほぼ中央に位置し、周りを研究施設に囲まれている. 1階は会議室と展示スペース、2、3階は研究員の事務室として使用している(表1、図4).

建築計画上はバルコニーの採用が特徴である. バルコニーは庇としての日射制御機能があるほか, 採光装置や自然換気口, アウターワークプレイスなどの機能もあり, ZEB 建築の形態の一つとして提案している.

また、地震による変位量に応じて減衰力を制御する 新開発のパッシブ切り替え型オイルダンパーによ り、建物周囲のクリアランスを従来の半分以下(20 ~30cm)に抑える都市型小変位免震構造を採用し た。

表1 建築概要

建物名称 大成建設技術センター ZEB 実証棟

所 在 地 神奈川県横浜市戸塚区名瀬町 344-1

建 築 主 大成建設

設計·監理 大成建設一級建築士事務所

施 工 大成建設横浜支店

敷地面積 34,821.92 m²

建築面積 427.57 m²

延床面積 1,277.32 ㎡

構 造 鉄筋コンクリート造(一部 PC 造)

階 数 地上 3 階、塔屋 1 階

用 途 事務所

期 2013年8月~2014年5月

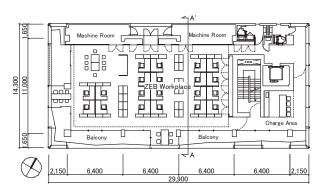


図4 2階平面図

3. 導入技術

ZEB 実証棟では、オフィスにおけるエネルギー消費の大部分を占める照明、空調設備において、様々な技術を導入して大幅な省エネルギーを実現した。また、創エネルギーにおいては、外壁面を活用した有機薄膜太陽電池外壁ユニットを導入した。

3.1 照明エネルギー低減技術

大幅な照明エネルギー削減のため、低照度でありながらも、明るさ感を向上させる「低照度タスク・アンビエント照明システム」をコンセプトとして設計した(図 5).

1) T-Light Cube (次世代採光装置) (図 6)

放物線の組み合わせによる特殊曲面ミラーを採用した特殊なライトシェルフ.季節や時間によって太陽高度が変化しても、常に室奥まで天井面を照らし、眩しさのない柔らかい拡散光が得られる.晴天の日中は、人工照明はほとんど使用する必要がない.

2) 低照度タスク&アンビエント照明

アンビエント照明は採光装置による自然光と超高効率 LED を使用した間接照明,直接照明による.間接照明は天井面照度により採光量に応じて調光,点滅し,直接照明は静止した人体でも正確に検知する T-Zone Saver(次世代人検知センサ)(図7)により,人がいる場所のみ点灯する.液晶ディスプレイ作業を想定し,アンビエント照明の設計机上面照度は300lxであるが,天井面の輝度確保により十分な明るさ感が得られている.

3) 有機 EL タスクライト (図 8)

タスク照明は, 現時点で世界最高水準の明るさと 寿命, 演色性を有し, 個別に調光も可能な有機 EL

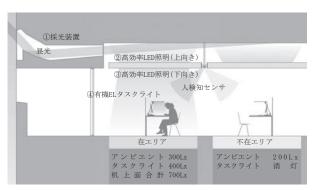


図5 低照度タスク&アンビエント照明システム

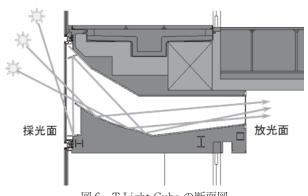


図 6 T-Light Cube の断面図

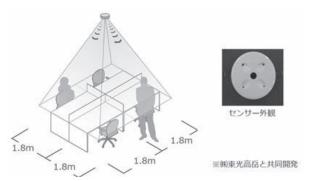


図7 T-Zone Saver(次世代人検知センサ)



図8 有機 EL タスクライト

照明である(開発試作品). 面発光で柔らかい配光 を可能とするため眩しさ感がなく, 低照度下でも快 適な視環境が得られる. アンビエント照明と合わせ て机上面照度 700lx を確保する.

3.2 空調エネルギー低減技術

発電排熱の利用によるシステム効率の向上とパーソナル化により快適性の両立をコンセプトとし、「排熱利用タスク・アンビエント空調システム」とした(図9).

1) TABS (躯体放射冷暖房)

アンビエント空調として、スラブ上に冷温水配管を埋設し、天井面を冷却加熱して天井面からの放射により冷暖房する方式 TABS (Thermal Active Building System)を採用した(図10). 通水する冷温水は燃料電池等の発電設備から発生する排熱温水と排熱温水を熱源とする吸着式冷凍機で製造した中温冷水による高効率な熱源システムにより供給して

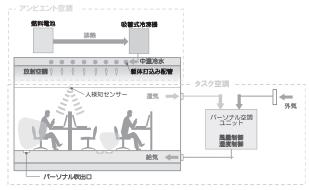


図9 排熱利用タスク・アンビエント空調システム

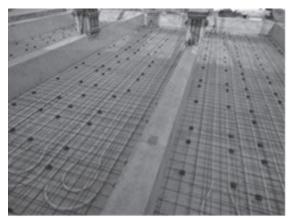


図 10 TABS (施工時)



図11 パーソナル空調(気流性状の確認)

いる.

2) T-Personal Air Ⅲ (パーソナル空調) (図 11)

タスク空調は汎用外気処理 PAC 空調機を利用して確実な除加湿と風量制御を行う空調ユニットに自動開閉のパーソナル床吹出ユニットを組合せたシステムとした. T-Zone Saver(次世代人検知センサ)により、人がいる場所の吹出口が自動的に開き、必要な空調と外気導入を適正に制御する. 自席 PC から吹出風量を自由に調節することができ、執務者の満足感を向上させる、快適性と省エネを両立したシステムである.

3) 高効率燃料電池を利用したコージェネレーション

固体酸化物形燃料電池 (SOFC) を採用した. 目標の発電効率は商用電力を超える 48%で, 発電機単体利用でも省エネとなる. また, 発電排熱を利用するコージェネレーションでは総合効率 90%となり, 更なる省エネが見込まれる.

3.3 創工ネ技術

都市部における自然エネルギーの有効活用を促進

するため、建物の屋上だけではなく、高層化に伴いその面積が増加する外壁面を利用し、創エネルギーを行うシステムを採用した。壁面部分も有効に利用することで最大限の太陽光発電が得られるよう計画した。屋上設置は発電量重視、壁面設置は意匠性に配慮するといった観点で2種類のPVを組合せている(図12)。発電した電気は商用電力と系統連系して建物内で利用されるとともに、蓄電池に蓄えたり、あるいは外部送電により敷地内の他施設で利用することが可能である。

1) 単結晶型太陽電池パネル

屋上には発電量を重視し、定格の発電効率が20%を超える高効率な単結晶型の太陽電池パネルを採用した。屋根面積当りの発電量を最大とするため設置角度を水平にし、影の影響なく隣接するパネル間の間隔を最小として定格発電量で約56kWを確保した。

2) 有機薄膜太陽電池外壁ユニット (図13)

外壁には有機薄膜 PV シートを組み込んだ外壁ユニットを採用した. 有機薄膜 PV はモジュール寸法 や色に制約がある結晶系等のパネルと異なり,形状,寸法,色の自由度があるため,外壁デザインの自由



図12 建物全体を利用した創エネ

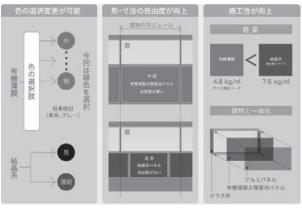
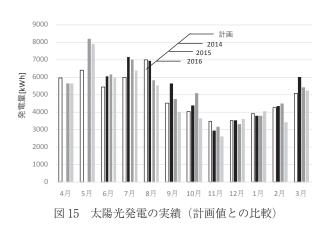


図13 有機薄膜太陽電池外壁ユニットの特徴



図14 施工時の様子



度が高まる。また、軽量で施工性がよく、建材一体 化が容易である(図 14)。

図 15 に建物全体の太陽光発電の実績を計画値と 比較して示す。天候によるばらつきはあるものの、 初年度より、概ね計画値と同等の実績を得ている。 今後は、経年による発電量の推移等にも着目し、実 証を継続する。

3.3 エネルギーマネジメント技術

1) T-Green BEMS

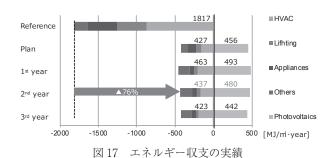
運用データを一元管理するマネジメントシステム T-Green BEMS を導入し、ZEB の見える化ツール として、「ZEB navi」(図 16) を組み込んだ.「つくる」 エネルギーと「つかう」エネルギーのバランスがひ と目でわかり、現状把握と運用改善に役立てている.

4. エネルギー実績

本建物における実証結果として3年間のエネルギー収支の実績を図17,図18に示す.運用2年目の2015年度で一次エネルギー消費量437MJ/ m^2 ・年、生成量480MJ/ m^2 ・年、年間エネルギー収支-45MJ/ m^2 ・年である。レファレンスとしたオフィスビルの統計値と比べて、76%省エネ、27%創エネ、



図 16 T-Green BEMS (ZEB navi) の画面



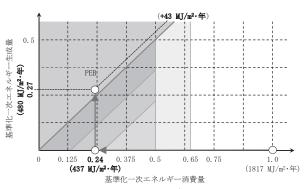


図 18 ZEB チャート²⁾ による評価

合わせて 103%削減で、net ZEB を達成している. 現在も建物の運用は継続しており、建物全体のエネルギー収支はもとより、個別技術の効果検証や今後の課題等を実証により洗い出し、更なる ZEB の普及に向けた技術開発に取り組んでいる.

5. 今後の展望

ZEB 実証棟では、都市部でのnet ZEB の実現に向け、オフィスビルをメインターゲットとした技術開発を行い、都市部での展開に向けた技術的有用性を実証した。現在では、国の施策として ZEB の概念や評価基準も整備され、本格的な市場展開フェーズに移りつつある。また、ZEB の概念自体は幅広く普及展開が可能であり、ゼロエネルギーハウスをはじめとして学校や工場、商業施設等への展開も図っていきたい。

今後も継続的な技術実証を進めることで、要素技術の発展や汎用化を進め、都市部をはじめとした ZEBの普及を推進することで低炭素社会の実現に向け、実効的な寄与に少しでも貢献していければ幸いである。

参考文献

- 1) 熊谷智夫・梶山隆史・田中拓也, 他, 都市部に おける ZEB の実現に向けた実証研究(その1 ~その16), 日本建築学会大会学術講演梗概集 (2015-1017)
- 2) 空気調和・衛生工学会編: ZEB (ネット・ゼロ・ エネルギー・ビル) の定義と評価方法 (2015)

著者略歴



梶山隆史(カジヤマ タカフミ) 1994年3月名古屋大学大学院工学研究科修了、同年4月大成建設㈱入社、 設計本部配属. 事務所ビルをはじめ、 ホール、スポーツ施設、ホテル、研究

施設、新聞印刷工場など様々な用途の設備設計に携わる. 2014年4月より現職. 事務所ビルを中心にスポーツ施設、文化施設、複合施設の設備設計を担当. 技術士(衛生工学部門)、設備設計一級建築士、エネルギー管理士.



田中拓也 (タナカ タクヤ) 2009年3月東京大学大学院工学研究 科修了、同年4月大成建設㈱入社、技 術センター配属、2012年5月~2014 年4月:設計本部に所属し、ZEB実

証棟の設備設計を担当、2014年5月より技術センターにて、同建物の運用管理と実証研究業務に従事、一級建築士