

平成 23 年度 建築設備技術等に関わる地球温暖化防止対策調査（概要）

—米国 ZEB 調査報告—

1. 研究の背景と目的

国際エネルギー機関（IEA）は、2008 年に開催された洞爺湖サミットにおいて、G8 各国が「ゼロ・エネルギー・ビル」（ZEB）導入目標を設定するとともに市場の拡大措置等を取ることを求めた。また、IEA は、2009 年のイタリア・ラクイラサミットにおいて、我が国の ZEB への取組強化を勧告した。このような動きに対して、我が国は、エネルギー基本計画や新成長戦略において建築物の ZEB 化を明記し、2030 年までに新築公共建築物での ZEB 実現を目指した開発等を進める方針を打ち出した。

我が国は、人口に対して平地面積が少ないという国土の特性から、高層の建物を建設せざるを得ない場合が多いが、これは建築における再生エネルギーの活用面で、欧米諸国に対するハンディとなっている。しかしながら、我が国の建築技術（設計・制御・設備関係）は、世界的に見ても省エネ化が進んでいるといわれており、不利な条件の中で ZEB を実現しその技術が蓄積されれば、高温多湿な気候のアジア諸国への展開も可能であり、我が国のみならず世界の省エネ化にも資することができる。

現段階で、我が国には、ゼロ・エネルギー化を実現している事例は無いが、米国では既にゼロ・エネルギー（ネット・ゼロ・エネルギー）を実現したビルが少なくとも 10 件あり、WEB にも公開されている。これらのビルは皆低層であり、導入されている技術もさほど高度なものは使用されていないように思えるが、日本では実現していない ZEB が既に 10 棟存在するということの持つ意味は大きい。この差は単に技術面だけでなく社会システムの差にあるようにも思われる。そこで今回、特に米国の ZEB の実態を調査し、日本の今後の ZEB 実現のための検討に資することとした。

2. 研究方法

ZEB に関する各種文献を調査すると同時に、米国のエネルギー省関連団体が Web 上に公表している米国の ZEB に関するデータベースを調査し、そのうち主なもの、日本の今後の ZEB を考える上で参考になりそうなものを選択し、日本語訳した。また、このような検討と並行して現地調査の準備を行い、このデータベースから選択した 2 件の ZEB、及びデータベースには無いものの米国エネルギー省（DOE）が ZEB を目指して建設した最新建築 1 件、計 3 件の建物の現地視察を行った。

このような文献調査、Web 調査、現地調査から得られた情報、さらに ZEB を目指して建設された日本の省エネルギービルについての情報をまとめ、日本の今後の ZEB について考察した。

これらの調査の過程及びその結果は設備関連団体から選抜されたメンバーによって検証することによって、報告書としての視点が偏らないように配慮した。

3. 米国の ZEB 調査

米国では ZEB に係る表 1 のようなデータベースが公表されている。この中から今後日本の ZEB を考えるときに参考になるであろう 1000 m²以上の規模の施設として、Oberlin College Lewis Center と Aldo Leopold Legacy Center を現地調査することにした。また、このデータベースとは別に、米国が発注段階から ZEB を目指して建設し、2010 年 8 月に竣工した国立再生可能エネルギー研究所研究支援センターを調査対象とした。

表 1 米国の ZEB データベース掲載ビル

	名前	場所	用途	床面積 (m ²)	年間購入エネルギー量 (kBtu/ft ²)
1	Oberlin College Lewis Center	Oberlin, OH	Higher education; Library; Assembly; Campus	1263	-4.23
2	Aldo Leopold Legacy Center	Baraboo, WI	Commercial office; Interpretive Center	1106	-2.02
3	IDeAs Z2 Design Facility	San Jose, CA	Commercial office	609	-0.00052
4	Audubon Center at Debs Park	Los Angeles, CA	Recreation; Interpretive Center; Park	466	
5	TD Bank – Cypress Creek Store	Ft Lauderdale, FL	Retail	369	
6	Hawaii Gateway Energy Center	Kailua-Kona, HI	Commercial office; Interpretive Center; Assembly; Other	334	-3.46
7	Challengers Tennis Club	Los Angeles, CA	Recreation	325	-0.0955
8	Net zero house – Charlotte, VT	Charlotte, VT	Single-family residential	276	
9	Environmental Tech. Center, Sonoma State	Rohnert Park, CA	Higher education; Laboratory	204	-1.47
10	Science House	St. Paul, MN	Interpretive Center	142	0

(出典 ; <http://zeb.buildinggreen.com/>)

1) Oberlin College Lewis Center

①建築概要

- ・所在地：オーバーリン（オハイオ州）
- ・建築用途：大学、高等教育、図書館、会議室
- ・新築
- ・13,600 ft² (1,260 m²)
- ・2000 年 1 月に完成

②エネルギーデータ等

ZEB だけではなく総合的な環境配慮対策が導入された建物である。地中熱利用、断熱の強化、自然採光、排水再利用、各種省エネ対策の見える化、他各種の対策が導入されている。2001 年の利用開始後、建物のエネルギー性能を研究し、研究の成果をもとにした改修が行われている。また、学術的プログラムにも組み込まれている。2006 年 6 月に、隣接する駐車場の屋根に 100kW

の PV（太陽光発電）システムが寄贈・設置された。この PV システムが設置される前の 6 年間の年間エネルギーの平均使用量は 366MJ/m²・年（32.2kBtu/ft²・年）であったが、新しい PV システムの追加で、年間消費量以上のエネルギーを生み出している。

2) Aldo Leopold Legacy Center

①建築概要

- ・ 建築用途：保護区域センター、商業オフィス
- ・ 新築
- ・ 合計 1,100 m²、3 棟の平屋建築
- ・ 2007 年 4 月竣工

②エネルギーデータ等

センターの屋上に 39.6kW の太陽電池（PV）を設置し、運用エネルギーよりも 10%多いエネルギーを生産する計画（表 2、表 3）であった。しかしながら現地調査時に受領した資料では、年間使用エネルギーは 232MJ/m²年、発電エネルギーは 174MJ/m²年、購入エネルギーは 59MJ/m²年となっており、ネットゼロは実現できていない。

表 2 年間建物エネルギー消費量

燃料	コスト [\$]	MJ	MJ/m ²	\$/m ²
購買量	549	-25,300	200	0.5
再生可能エネルギー		221,000	200	
総量	549	195,000	177	0.5

表 3 年間エネルギー消費内訳

内訳	MMBtu	MJ	MJ/m ²
暖房	62.3	65,800	80.0
冷房	7.93	8,370	10.2
照明	51.8	54,600	49.5
ファン/ポンプ	26.7	28,200	25.5
家電・機器	33.8	35,700	32.3
給湯	2.49	2,630	2.4

また、地中熱利用ヒートポンプシステムの熱源方式を採用し、置換換気システム、アースチューブシステム、薪ストーブ採用、その他いわゆる環境配慮型の各種対策を導入している。

3) 国立再生可能エネルギー研究所研究支援センター

①建築概要

- ・ 所在地：ゴールドデン（コロラド州）
- ・ 建築用途：事務所（研究施設）
- ・ 延面積：20,524 m²
- ・ 規模：地上 4 階 外壁 PC その他 S 造
- ・ 2010 年 8 月竣工

②エネルギー消費量等

エネルギー消費量の目標値は、発注時：284MJ/m²・年（従業員 650 人）、設計段階：363MJ/m²・年であり、実績値は 398MJ/m²・年（従業員 825 人、データセンター含）である。

この建物は、パッシブ手法や再生可能エネルギーを戦略的に使用し、将来の大型業務ビルの ZEB 化のプロトタイプとして計画された米国で最もエネルギー効率の良いビルである。そのエネルギー消費量は、ASHRAE 90.1-2007 で規定している業務用ビルのエネルギー使用量の約 50%である。屋上に 594kW の太陽光発電パネル (PV)、敷地内のパーキングロットの屋上に 1,100kW の PV を設置し、米国最大の ZEB として建設された。また、建設は、性能要求書 (Request For Proposal : RFP) をベースに、性能 Proposal 方式を採用した設計施工 (デザインアンドビルド) 契約により行われた。

4. 日本の省エネビル

最近では日本でも ZEB の関心が高くなっており、ZEB 化に向けて補助金なども交付されるようになってきている。このような状況の中で ZEB 化に向けた対応を行った、あるいは対応を行いつつある事例を調査した。

5. まとめ（日本の ZEB について）

日本の建築関連技術者のほとんどが日本の建築技術や省エネ技術は進んでいると考えているにもかかわらず、日本では未だに ZEB が建設されていない理由、また ZEB を実現するための課題、ZEB を推進するためのスケジュール、ZEB 化を推進するための建築技術者教育などについて考察した。

以下に、今後日本で ZEB 化を推進するための課題について簡単にまとめたものを示す。

- ① ZEB を生み出す社会システムの構築が最も重要である。そのために、ZEB の定義の明確化、ZEB 化ロードマップの作成、学会・業界が協同した日本に合った基準の作成が必要である。
- ② 日本の場合、敷地の狭さが大きな課題であるので、敷地の制約を受けない「ゼロカーボン建築」の概念を確立し、日本独自の方向を目指す必要がある。
- ③ 既築建物の ZEB 化に関する技術的課題を提案し、その解決に向けてどのような対応を行うかという点も大きな課題である。
- ④ 政策面では、省エネ基準の規制強化、技術面のイノベーション支援、税制上のインセンティブ、表彰制度、性能評価手法の整備などがある。