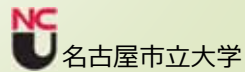


日本におけるZEBの動向 と先進事例

名古屋市立大学 准教授 尹 奎英



講演内容

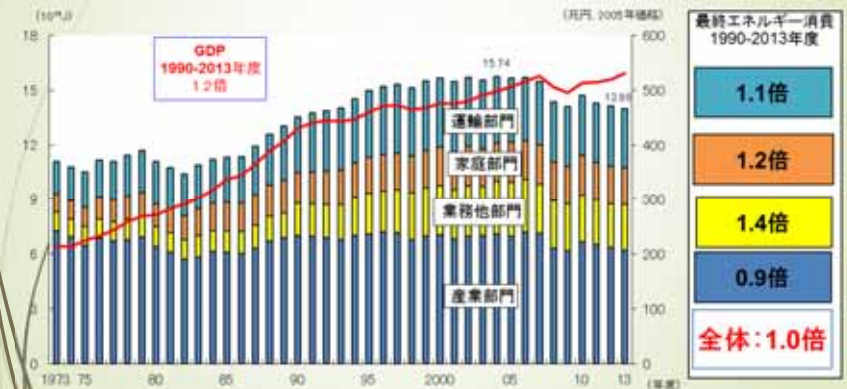
- ▶ 日本におけるZEB動向
- ▶ ZEB化と設計ポイント
- ▶ ZEB先進事例

日本におけるZEB動向

最終エネルギー消費と実質GDPの推移

業務部門のエネルギー消費とは：

事務所ビル、ホテル・旅館、卸・小売業、病院、学校などにおいて空調、照明
コンセント、エレベーター、給湯などに使われるエネルギー



「平成26年度エネルギーに関する年次報告」（エネルギー白書2015）より

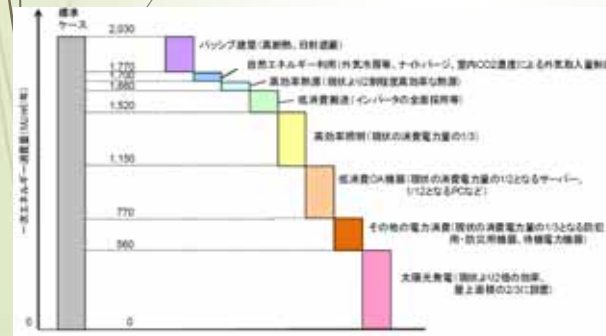
ZEBを実現するための日本の活動の経緯

年	主要な活動	関係機関
2008	G8 北海道洞爺湖サミット Report to the G8 Summit by IEA	空気調和・衛生工学会 経産省/国交省/環境省
2009	G8ライクラスミット (イタリア) Recommendations to Japan by IEA	ZEBの実現と展開に関する研究会 (経産省)
2010		中央環境審議会 地球環境部会 中長期ロードマップ小委員会 (環境省)
2012	空気調和・衛生工学会 21世紀ビジョン	低炭素社会に向けた住まいと 住まい方推進会議 (経産省、国交省、環境省)
2013	ZEB定義検討小委員会	
2014		エネルギー基本計画
2015	ZEB実現可能性検討小委員会	ZEBロードマップ検討委員 会 (経産省)
2016		ZEBロードマップフォロー アップ委員会 (経産省)
2017	ZEB計画指針検討小委員会	

ZEBの実現と展開に関する研究会 経産省 2009年

「2030年までに新築建築物全体での実現」
一歩踏み込んだ、より野心的なビジョン

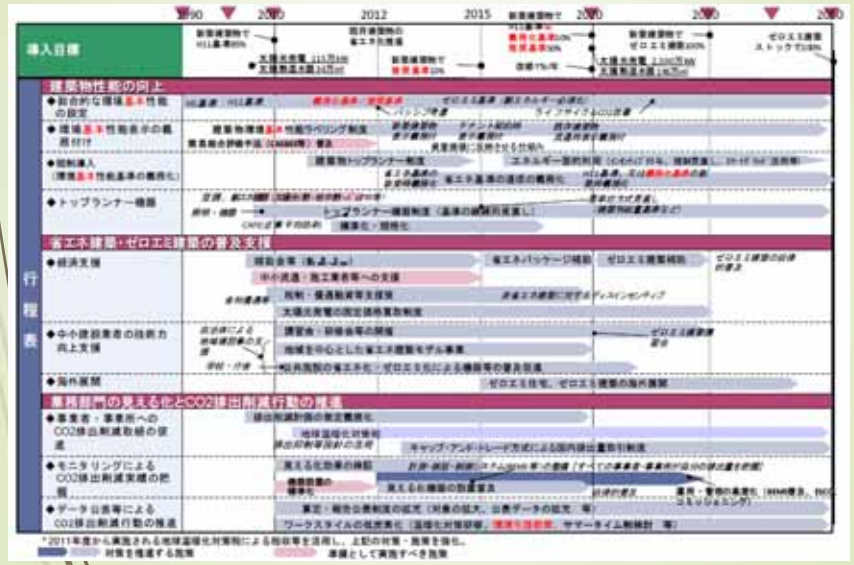
ZEBに至る様々な省エネ技術
とその省エネ量



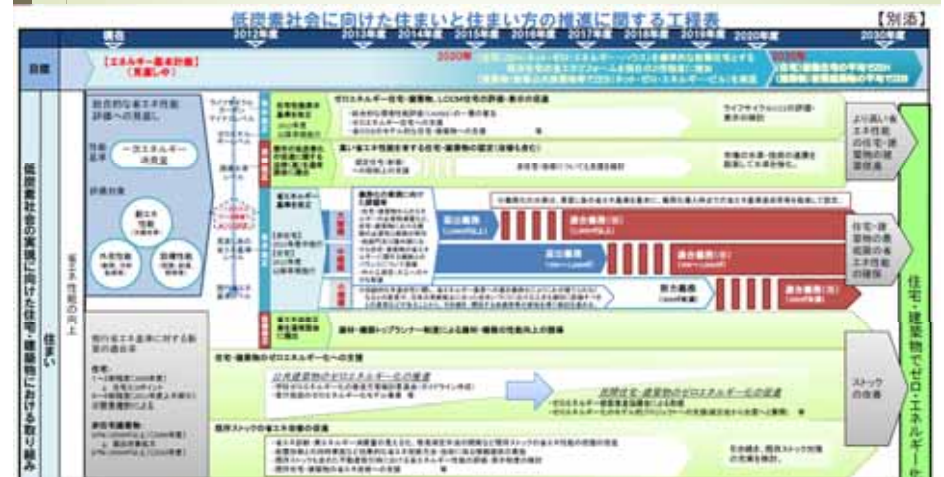
提言

- 省エネ基準の引き上げ
- 税制上のインセンティブや予算上の支援の抜本的強化
- 省エネラベリング制度の整備

中長期の温室効果ガス削減目標を実現するための対策・施策の具体的な姿 (中長期ロードマップ) (中間整理) 環境省 2010年

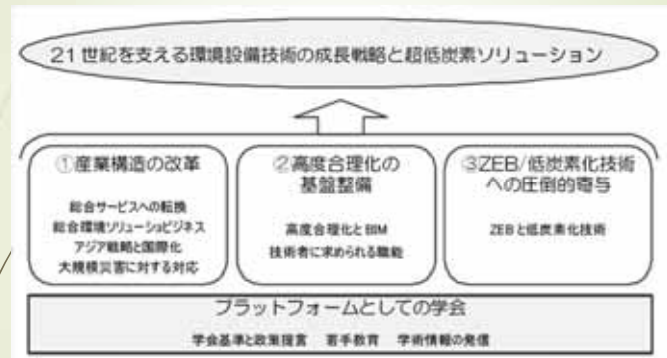


低炭素社会に向けた住まいと住まい方推進会議 (経産省、国交省、環境省 2012年)



経済産業省 国土交通省 環境省 「低炭素社会に向けた住まいと住まい方」の推進
方策について 中間とりまとめ 平成24年7月 より

空気調和・衛生工学会 21世紀ビジョン ～2030年を見据えた3つの提言と学会の役割～ (2012年3月)



- 省エネルギー、ZEB(Net Zero Energy Building)、BCP(Business Continuity Plan)に関する知見の集計や応用の公開による社会貢献
- 国内外の学協会との連携を通じて、大震災の経験を国際的に生かす活動

ZEBへのロードマップ エネルギー基本計画 2014年4月11日閣議決定

- 政府においては、公共建築物のほか、住宅やオフィスビル、病院などの建築物において、高断熱・高気密化や高効率空調機、全熱交換器、人感センサー付LED照明等の省エネルギー技術の導入により、ネット・ゼロ・エネルギーの実現を目指す取組を、これまでに全国で約4000件支援してきているところである。
- 今後は、このような取組等を通じて、建築物については、2020年までに新築公共建築物等で、2030年までに新築建築物の平均でZEB(ネット・ゼロ・エネルギー・ビル)を実現することを目指す。また、住宅については、2020年までに標準的な新築住宅で、2030年までに新築住宅の平均でZEH(ネット・ゼロ・エネルギー・ハウス)の実現を目指す。
- さらに、こうした環境整備を進めつつ、規制の必要性や程度、バランス等を十分に勘案しながら、2020年までに新築住宅・建築物について段階的に省エネルギー基準の適合を義務化する。
- 加えて、生活の質を向上させつつ省エネルギーを一層推進するライフスタイルの普及を進める。

ZEBを実現するための日本の活動の経緯

年	活動内容	関係機関
2008	G8 北海道洞爺湖サミット Report to the G8 Summit by IEA	空気調和・衛生工学会 経産省/国交省/環境省
2009	G8ラクイラサミット(イタリア) Recommendations to Japan by IEA	ZEBの実現と展開に関する研究会(経産省)
2010		中央環境審議会 地球環境部会 中長期ロードマップ小委員会(環境省)
2012	空気調和・衛生工学会 21世紀ビジョン	低炭素社会に向けた住まいと 住まい方推進会議(経産省、国交省、環境省)
2013	ZEB定義検討小委員会	
2014		エネルギー基本計画
2015	ZEB実現可能性検討委員会	ZEBロードマップ検討委員会(経産省) 建築物省エネルギー法
2016		ZEBロードマップフォローアップ委員会(経産省)
2017	ZEB計画指針検討委員会	

ZEBの定義(日本)

- 建物における一次エネルギー消費量を、建築物・設備の省エネ性能の向上、エネルギーの面的利用、オンサイトでの再生可能エネルギーの活用等により削減し、年間で一次エネルギー消費量が正味(ネット)でゼロ又は概ねゼロとなる建築物

出典：ZEBの実現と展開について(2009)

ZEB定義の論点

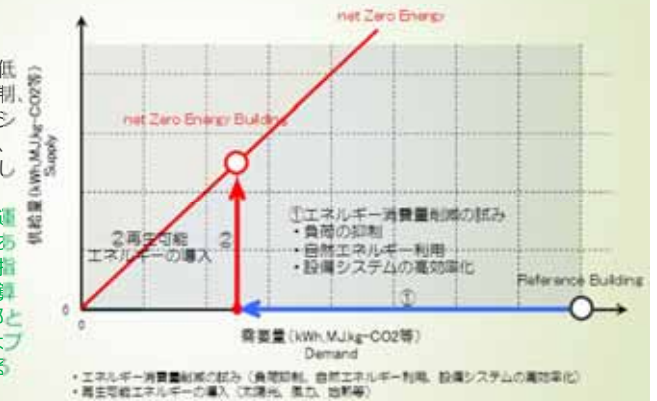
- 評価の境界条件
 - 物理的境界（建築・敷地境界など）
 - 評価するエネルギー（コージェネ、敷地外の再生可能エネルギーの扱いなど）
- エネルギー換算係数
 - 係数の種別（一次エネルギー、CO2、コスト）
 - 受入れ・持出しエネルギーの適用係数
 - 換算係数の経時変動考慮の扱い
- ネットゼロの条件
 - ネットゼロとする期間（年間、期間、ライフサイクルなど）
 - 気象条件、建物用途・規模・ユーザー行動などの扱い
 - 拘束条件（エネルギー効率、エネルギー供給などの規定）
- 非定常な特性
 - 物理的境界内部でのエネルギー需給バランス
 - 物理的境界とグリッド（系統電力）間の需給バランス
- 測定と検証方法

IEA、ANNEX40専門家会議資料をもとに作成

ZEB（ネット・ゼロ・エネルギー・ビル）の定義と評価方法

■ 定性的定義

室内及び室外の環境品質を低下させることなく、負荷抑制、自然エネルギー利用、設備システムの高効率化等により、大幅な省エネルギーを実現したうえで、再生可能エネルギーを導入し、その結果、運用時におけるエネルギー（あるいはそれに係数を乗じた指標）の需要と供給の年間積算収支（消費と生成、又は外部との収支）が概ねゼロもしくはプラス（供給量＞需要量）となる建築物。



空気調和・衛生工学会 ZEB（ネット・ゼロ・エネルギー・ビル）の定義と評価方法

ZEB（ネット・ゼロ・エネルギー・ビル）の定義と評価方法

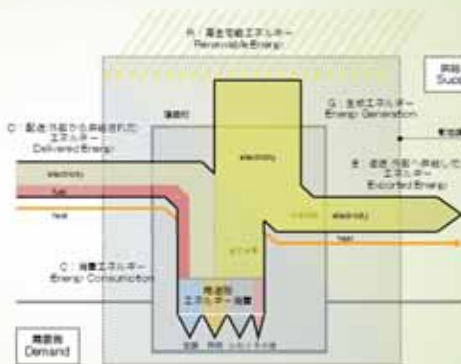
■ 定量的定義

設定した境界における需要と供給の収支により、(1) または (2) 式で定義する。
 (1) は生成/消費の収支、(2) は配送/逆送の収支を表現している。

$$G > C \dots \dots (1)$$

$$E > D \dots \dots (2)$$

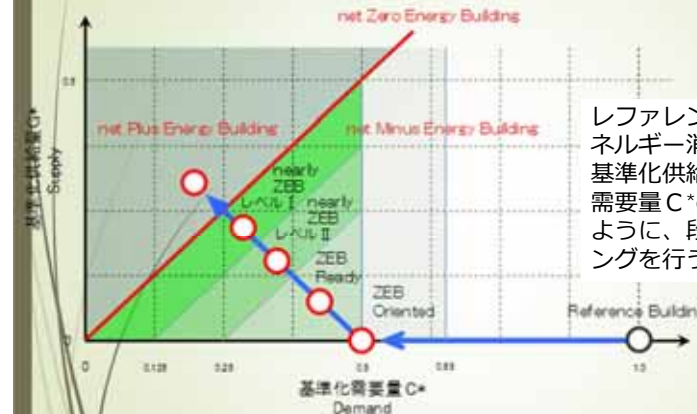
- G：生成エネルギー
- E：逆送(外部へ供給した)エネルギー
- C：消費エネルギー
- D：配送(外部から供給された)エネルギー



・ 敷地境界線内を評価境界とする。
 ① (生成エネルギー) / ② (消費エネルギー) のバランス
 ③ (配送/逆送) から供給されたエネルギー / ④ (逆送/配送) へ供給したエネルギー / バランス
 原則として年間積算値で評価する。
 ・ 消費用途は、空調・照明・コンセント・その他(電気・ガス・熱)とする。
 ・ コンセントの消費電力量については、設計値がコントロールできないことから、計算電力量は、計算消費電力量から算出する。

空気調和・衛生工学会 ZEB（ネット・ゼロ・エネルギー・ビル）の定義と評価方法

ZEB（ネット・ゼロ・エネルギー・ビル）の定義と評価方法



レファレンスビルの年間一次エネルギー消費量で無次元化した基準化供給量 G* および基準化需要量 C* の収支から、以下のように、段階的に評価、ラベリングを行う。

G*：基準化供給量＝評価対象建築物の生成エネルギー/レファレンスビルの消費エネルギー
 C*：基準化供給量＝評価対象建築物の消費エネルギー/レファレンスビルの消費エネルギー

空気調和・衛生工学会 ZEB（ネット・ゼロ・エネルギー・ビル）の定義と評価方法

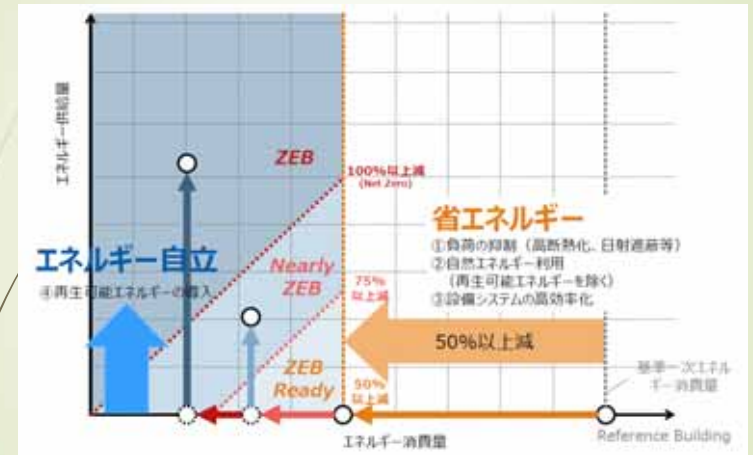
ZEBの定義・評価方法

- 50%以上省エネ (ZEB Ready) を満たした上で、太陽光発電等によりエネルギーを創ることで、正味でゼロ・エネルギーを目指す
- ただし、高層の大規模建築物等では屋上面積が限られ、エネルギーを創ることに限界があるため、評価に考慮することが必要
- 正味で75%以上省エネを達成したものをNearly ZEB
正味で100%以上省エネを達成したものをZEB



平成28年2月12日 経済産業省 資源エネルギー庁
省エネルギー対策課 ZEBロードマップ検討委員会におけるZEBの定義・今後の施策など

ZEBの定義・評価方法



平成28年2月12日 経済産業省 資源エネルギー庁
省エネルギー対策課 ZEBロードマップ検討委員会におけるZEBの定義・今後の施策など

ZEB実現・普及に向けたロードマップ (ZEBロードマップ検討委員会 経産省 2015年)



経済産業省 資源エネルギー庁 ZEBロードマップ検討委員会とりまとめ 平成27年12月 より

ZEBパンフレット / ZEB設計ガイドライン

一般社団法人 環境共創イニシアチブのHPから、無料で入手可能

The graphic promotes resources for ZEB design. It features icons for 'Design Guidelines' (ZEB設計ガイドライン), 'Pamphlet' (ZEBのすすめ), and 'Web Program' (WEBプログラム). It also shows icons for 'Architects and Designers' (建築家、設計士等) and 'ZEB Consultants' (ZEBの提案, ZEBの相談) involving 'Design Offices' (設計事務所), 'Energy Consultants' (ゼネコン、建築家コンサル等), and 'Real Estate Developers' (不動産事業者ビルオーナー).

https://sii.or.jp/zeb28/file/guideline_pamphlet.pdf

ZEB設計ガイドライン

目次（中規模事務所）

1. はじめに
2. ZEBの実現に向けた設計プロセスと要素技術
3. 建築省エネルギー技術（パッシブ技術）
4. 設備省エネルギー技術（アクティブ技術）
5. 再生可能エネルギー技術（アクティブ技術）
6. 運用時時の省エネルギー技術（マネジメント）
7. 事例集



https://sii.or.jp/zeb/zeb_guideline.html

ZEB実現の可能性

ZEB 実証事業調査研究発表会2016 主催：経済産業省 資源エネルギー庁／執行団体 一般社団法人 環境共創イニシアチブ
<http://sii.or.jp/zeb28/conference.html>

※ H24～H26補正は事業確定した事業。H28は採択事業の交付決定時の値について分析した。平均値は単純平均で算出

データ分類	H24ZEB	H25ZEB	H25ZEB補正	H26ZEB	H26ZEB補正	H28ZEB	合計
実施年度	平成24年度	平成25年度	平成26年度		平成27年度	平成28年度	
使用データ	交付決定時の値を使用						
分析対象	事業確定した事業					採択事業	
対象件数	66件	91件	47件 (46件) ^{※1}	23件	16件	28件	
計算方法	既築：過去3年間の実績から5%削減率 新築：PAL/CEC			既築：両取 新築：PAL + / H25年基準 (その他含む) PAL/CECも可	PAL + /H25年基準 (その他含む)	PAL + /H28年基準 (その他含む) H25年基準も可	271件 (270件) ^{※1}

※1. BEMS単独導入1件を除く

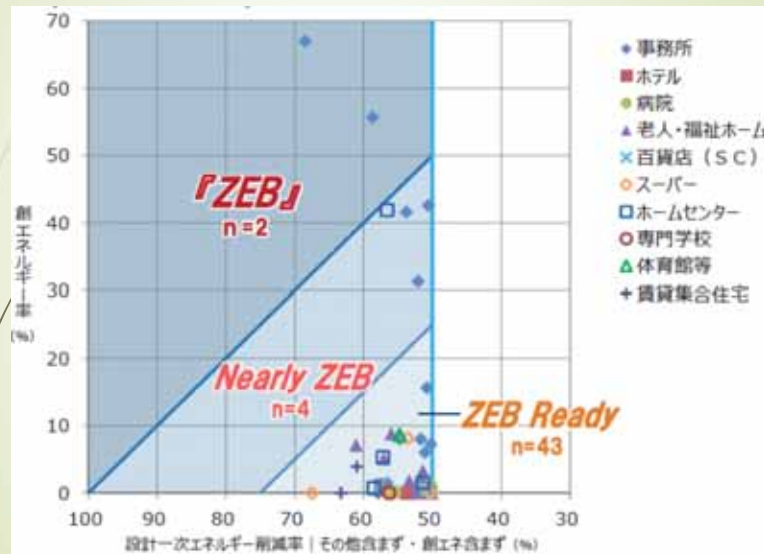
※2. 上記のデータのうち、ZEB Ready以上の案件を選定した。平均値は単純平均で算出

データ分類	H24ZEB	H25ZEB	H25ZEB補正	H26ZEB	H26ZEB補正	H28ZEB	合計
分析対象	新築案件 創エネ含まず削減率50%以上			創エネ含まず 削減率50%以上			
対象件数	0件	0件	0件	5件 ^{※2}	16件 ^{※2}	28件	
計算方法	該当なし			PAL + /H25年基準 (その他含む)		PAL + /H28年基準 (その他含む) H25年基準も可	49件

※2. H26及びH26補正ではWebプログラムで評価できない設備やBEMS運用による省エネ量も削減率に算入している。
Webプログラムは、国立研究開発法人建築研究所のホームページ (<http://www.kanken.go.jp/>) にお開きされている。

ZEB実現の可能性

ZEB 実証事業調査研究発表会2016 主催：経済産業省 資源エネルギー庁／執行団体 一般社団法人 環境共創イニシアチブ
<http://sii.or.jp/zeb28/conference.html>



ZEB化と設計ポイント

ZEB化にともなう熱負荷への影響

- ▶ 顕熱負荷の減少
- ▶ 部分負荷増大
- ▶ 外気負荷の比率増大
- ▶ 顕熱比の低下

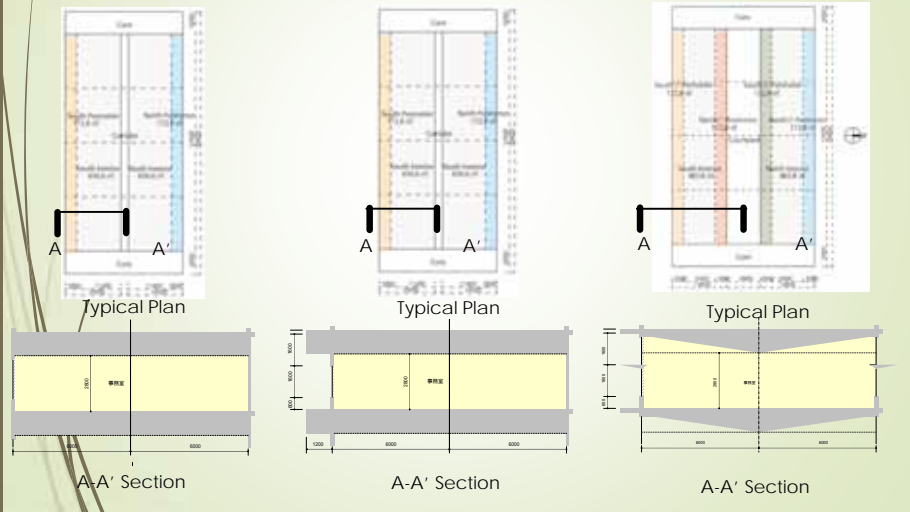
ZEB化と空調熱負荷

MODEL BUILDINGS

Typical Build.

Energy-efficient Build.

Next-generation

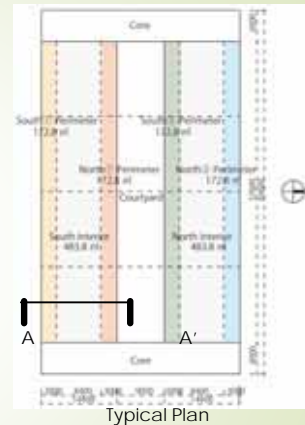


ZEB化と空調熱負荷

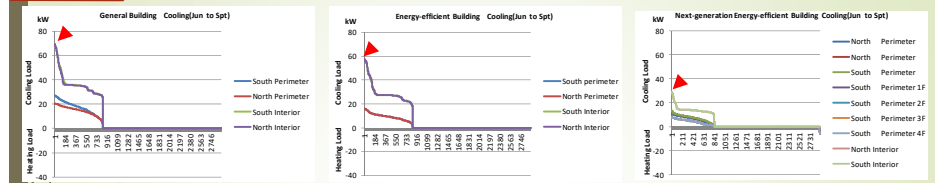
MODEL BUILDING
Next-generation Energy-efficient Build.

- ▶ 5-stories Office building in Tokyo, Japan
- ▶ Building Structure : Reinforce Concrete
- ▶ Typical Floor Area : 2,144 m²
- ▶ Building Configurations

ITEMS	CONFIGURE
Exterior Walls	U value 0.4 W/m ² K
Window	Shading Coeff. 0.24 U value 1.6 W/m ² K
Artificial Lighting	2 W/m ² 500lx (LED+Lighting control+Blind control)
Natural Ventilation	Available
Room Temp. and Humidity	23-28 , 60%rh at cooling 19-26 , 60%rh at heating
Total air-to-air heat exchanger	Available
Fresh air rate	Variable control available



ZEB化と空調熱負荷



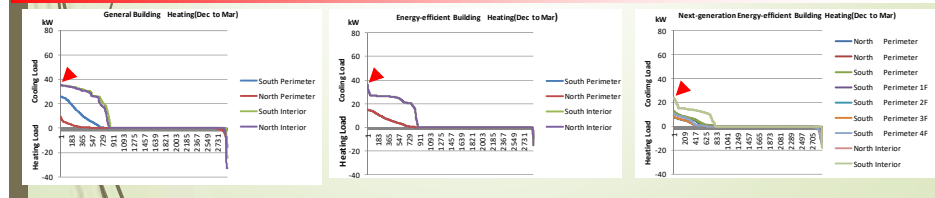
DURATION CURVE FOR COOLING LOAD

General Build.

Energy-efficient Build.

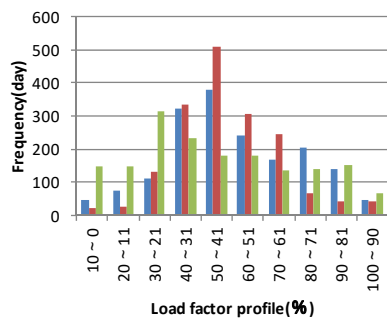
Next-generation

DURATION CURVE FOR HEATING LOAD

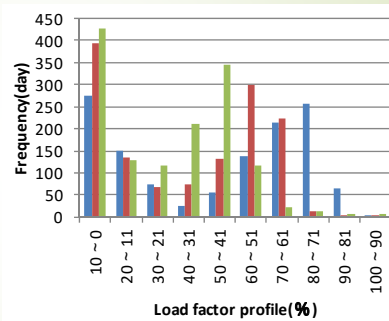


ZEB化と空調熱負荷

COOLING LOAD



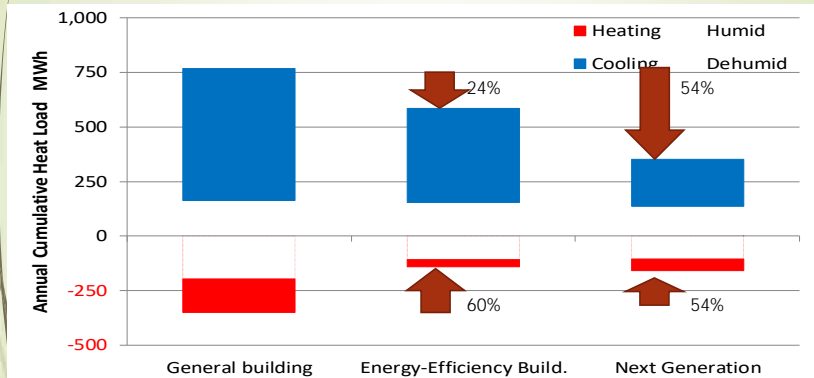
HEATING LOAD



■ General Build. ■ Energy-efficient Build. ■ Next-generation energy-efficient Build.

- ▶ 冷房平均負荷率は、それぞれ 51%, 49%, 45%となった。
- ▶ 暖房平均負荷率は、それぞれ 44%, 34%, 28%となった。

ZEB化と空調熱負荷



- ▶ パッシブ手法の採用により、年間積算暖房負荷は約50%削減
- ▶ 顕熱負荷の低減はあったが、潜熱負荷は変わらず
- ▶ 潜熱負荷のほとんどは外気負荷由来

ZEB化と設計のポイント

- ▶ 顕熱負荷減少
 - ▶ 装置容量の適正化
 - ▶ 熱搬送エネルギーや待機電力に配慮
- ▶ 部分負荷増大
 - ▶ 高効率熱源機器の採用
 - ▶ 蓄熱技術を用いた負荷平準化
 - ▶ 再生可能エネルギーの活用
- ▶ 外気負荷の比率増大
 - ▶ 外気負荷抑制
- ▶ 顕熱比の低下
 - ▶ 潜熱処理の合理化・省エネ化

ZEBの先進事例

14のZEB先進事例について、わかりやすく解説（和文・英文併記）



創立100周年記念

事例集の構成

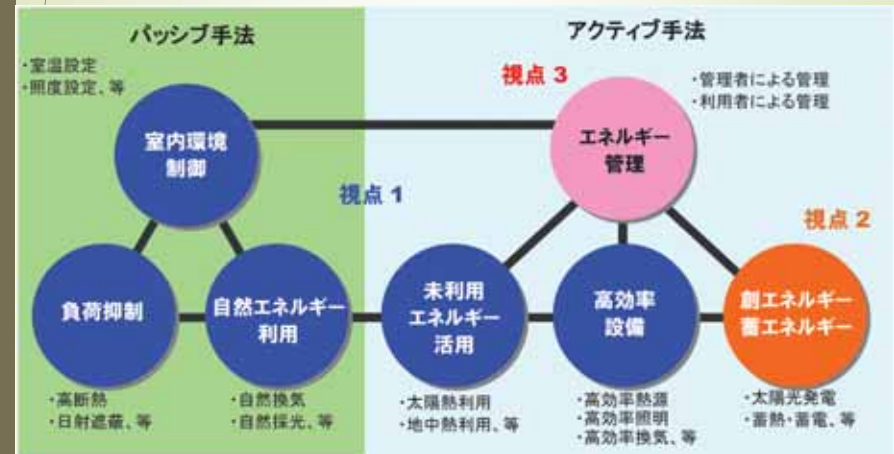


ZEBのベスト・プラクティス調査



ZEBへのアプローチ

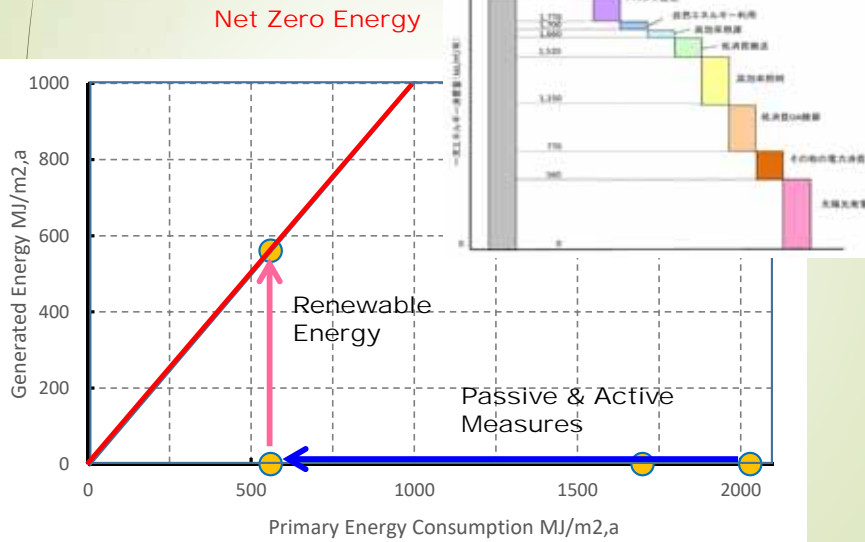
- ・パッシブとアクティブ手法による徹底的な省エネルギー
- ・創エネルギー、蓄エネルギーによるゼロエネルギー化
- ・的確なエネルギー・マネジメントによるゼロエネルギー化実現性の担保



出典：学校ゼロエネルギー化推進方策検討委員会報告書

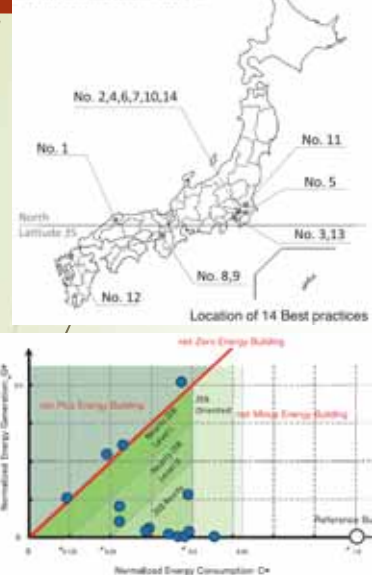
ZEBへのアプローチ

出典: 学校ゼロエネルギー化推進方策検討委員会報告書



ZEBのベスト・プラクティス調査

国内のZEB先進事例の概要
Overview of Best Practices in Japan



- 1 雲南市役所新庁舎
Unnan City Hall
- 2 清水建設本社ビル
Shimizu Corporation Headquarters
- 3 大成建設ZEB 実証棟
ZEB Demonstration Building, TAISEI Corporation
- 4 KT ビル
KT Building
- 5 竹中工務店東関東支店
Takenaka Corporation Higashi Kanto Branch Office
- 6 大林組技術研究所本館「テクノステーション」
OBAYASHI Technical Research Institute Main Building, "Techno-Station"
- 7 東京大学 21 KOMCEE
21 KOMCEE, The University of Tokyo
- 8 ダイキン・テクノロジー・イノベーションセンター
DAIKIN Technology & Innovation Center
- 9 関西電力南大阪営業所
Minami-Osaka sales office of the Kansai electric power company
- 10 東京ガス立川ビル
Tokyo Gas Tachikawa Building
- 11 三建設備工業つくばみらい技術センター
Sanken Setsubi Kogyo Tsukubamirai Technology Center
- 12 ダイダン九州支社「エネフィス九州」
DAI-DAN Kyushu Branch Office "Enefice Kyushu"
- 13 新日本空調工学センター「実証 Labo」
The SNK Engineering Center - "Demonstration Labo"
- 14 新菱冷熱工業本社ビル
SHINRYO Headquarters Building

ZEBのベスト・プラクティス調査



- 1 雲南市役所新庁舎
Unnan City Hall
- 2 清水建設本社ビル
Shimizu Corporation Headquarters
- 3 大成建設ZEB 実証棟
ZEB Demonstration Building, TAISEI Corporation
- 4 KT ビル
KT Building
- 5 竹中工務店東関東支店
Takenaka Corporation Higashi Kanto Branch Office
- 6 大林組技術研究所本館「テクノステーション」
OBAYASHI Technical Research Institute Main Building, "Techno-Station"
- 7 東京大学 21 KOMCEE
21 KOMCEE, The University of Tokyo
- 8 ダイキン・テクノロジー・イノベーションセンター
DAIKIN Technology & Innovation Center
- 9 関西電力南大阪営業所
Minami-Osaka sales office of the Kansai electric power company
- 10 東京ガス立川ビル
Tokyo Gas Tachikawa Building
- 11 三建設備工業つくばみらい技術センター
Sanken Setsubi Kogyo Tsukubamirai Technology Center
- 12 ダイダン九州支社「エネフィス九州」
DAI-DAN Kyushu Branch Office "Enefice Kyushu"
- 13 新日本空調工学センター「実証 Labo」
The SNK Engineering Center - "Demonstration Labo"
- 14 新菱冷熱工業本社ビル
SHINRYO Headquarters Building

ZEBのベスト・プラクティス調査



- 1 雲南市役所新庁舎
Unnan City Hall
- 2 清水建設本社ビル
Shimizu Corporation Headquarters
- 3 大成建設ZEB 実証棟
ZEB Demonstration Building, TAISEI Corporation
- 4 KT ビル
KT Building
- 5 竹中工務店東関東支店
Takenaka Corporation Higashi Kanto Branch Office
- 6 大林組技術研究所本館「テクノステーション」
OBAYASHI Technical Research Institute Main Building, "Techno-Station"
- 7 東京大学 21 KOMCEE
21 KOMCEE, The University of Tokyo
- 8 ダイキン・テクノロジー・イノベーションセンター
DAIKIN Technology & Innovation Center
- 9 関西電力南大阪営業所
Minami-Osaka sales office of the Kansai electric power company
- 10 東京ガス立川ビル
Tokyo Gas Tachikawa Building
- 11 三建設備工業つくばみらい技術センター
Sanken Setsubi Kogyo Tsukubamirai Technology Center
- 12 ダイダン九州支社「エネフィス九州」
DAI-DAN Kyushu Branch Office "Enefice Kyushu"
- 13 新日本空調工学センター「実証 Labo」
The SNK Engineering Center - "Demonstration Labo"
- 14 新菱冷熱工業本社ビル
SHINRYO Headquarters Building

ZEB化技術（省エネ・創エネ技術）

No.1	2	3	4	5	6	7
木質バイオマス (木質チップ) 地下水熱直接利 用 デシカント空調 放射空調 ボイド（自然換 気・自然採光） ルーバー	ハイブリッド外 装システム デシカント空調 放射空調 マイクログリッ ド エリアエネル ギーマネジメン ト	建物単体ZEB ファサードデザ イン 採光装置 人検知センサ 燃料電池 躯体放射冷暖房 パーソナル空調 太陽電池外壁ユ ニット	ビル用マルチの 高度利用 外気処理ユニッ トの省エネ ギー制御 屋上緑化 アウトフレーム による日射遮へ い 人感センサ制御	地中熱直接利用 デシカント空調 放射空調 自然換気 自然採光 ダブルスキン ウェルネス制御	太陽光発電 自然換気/昼光 利用 放射と自然対流 のパーソナルパ ネルによる潜熱 顕熱分離空調 タスク&アンビ エント空調/照 明 ICタグによる空 調照明コント ロール 地中熱利用	可動ルーバーを 利用したダブル スキン構造 地中熱・地下水 利用 放射パネル冷暖 房 デシカント除湿 システム 太陽光発電パネ ル 自然光活用LEDシ ステム 統合マネジメン トシステム
No.8	9	10	11	12	13	14
ヒートポンプ・ デシカント 高効率マルチ パッケージエア コン 自然換気・自然 採光 太陽熱・地中熱 利用 太陽光発電 ボイド（自然換 気・自然採光） ルーバー・ライ トシェルフ	空調負荷知恵源 を考慮した外皮 計画 個別空調最適制 御 連続デマンド制 御 太陽光追尾式ブ ラインド制御 エネルギーマネ ジメントシステ ム	太陽熱利用空調 コージェネレー ション デシカント空調 ルーバー エコシャフト （自然換気・自 然採光） 厨房直換気シ ステム	太陽熱利用 地下水熱直接利 用 自然換気 潜熱顕熱分離空 調システム 天井放射パネル デシカントコイ ル除湿システム	地中探熱 直流給電システ ム タスク&アンビ エント照明・空 調 設備一体型シス テム「シーリン グフリー」 快適室内環境	省エネポンプ制 御 室温変動制御 放射空調 太陽光発電 LEDタスクアンビ エント照明 超高性能縦型 ルーバー	再生可能エネル ギー 快適性と省エネ の両立 潜熱顕熱分離空 調 ハイブリッド熱 源システム 洪別制御

ご清聴ありがとうございました