TSC21 第3回オープンセミナー2016「ZEBの考え方と既存ストックの省エネ化」
NSRIホール, 2016年12月6日(火)

「ZEBの考え方と既存ストックの省エネ化」

芝浦工業大学 工学部 建築工学科・教授
秋 元 孝 之

芝浦工業大學 SHIBAURA INSTITUTE OF TECHNOLOGY Established 1927

エネルギー基本計画（2014年4月）

● **再生可能エネルギー**

✓ 有望かつ多様で、重要な低炭素の国産エネルギー源。3年間、導入を最大限加速。その後も積極的に推進。

✓ 再生可能エネルギー等関係閣僚会議を創設し、政府の司令塔機能強化、関係省庁間連携を促進。

✓ これまでのエネルギー基本計画を踏まえて示した水準※を更に上回る水準の導入を目指し、エネルギーミックスの検討に当たっては、これを踏まえる。

※「長期エネルギー需給見通し（再計算）」（2020年13.5%（1,414億kWh））、「2030年のエネルギー需給の姿」（2030年約2割（2,140億kWh））

（平成26年4月 経済産業省資料）

エネルギー基本計画（2014年4月）

● **徹底した省エネルギー社会の実現と、スマートで柔軟な消費活動の実現**

✓ 1970年代の石油危機以降、官民の努力によりエネルギー効率を4割改善し、世界的にも大きくリードしている。

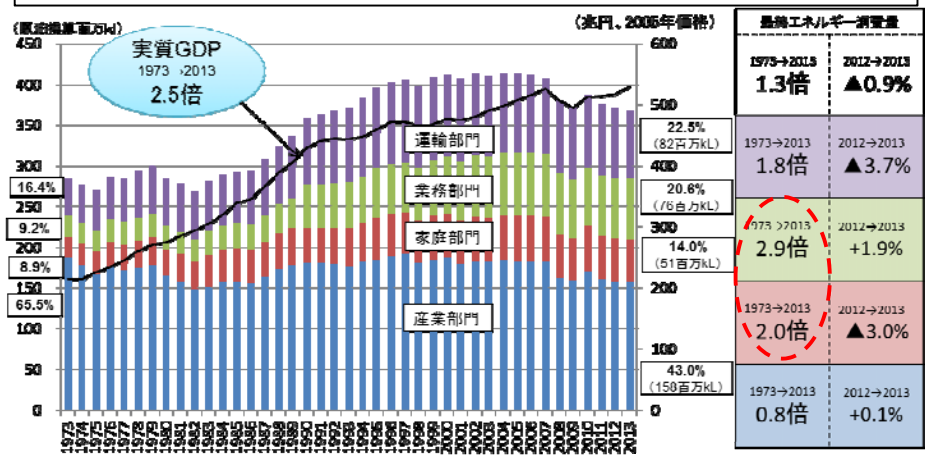
✓ 業務・家庭部門において、エネルギー消費機器を対象とするトップランナー制度が規定されており、各機器の製造事業者等に対してエネルギー消費効率の向上を促す体系を実現している。

→ 省エネルギーの取組を、部門ごとに効果的な方法によってさらに加速する。
より合理的なエネルギー需給構造の実現と、温室効果ガスの排出抑制。

（平成26年4月 経済産業省資料）

我が国のエネルギーの現状（エネルギー消費状況）

■ 石油危機以降、GDPは2．5倍に増加したにもかかわらず、産業部門はエネルギー消費量が2割近く減少。一方、民生部門は大きく増加（業務部門2．9倍、家庭部門2．0倍）。
■ 我が国のエネルギー需給の安定のためには、民生部門の対策が必要不可欠。



（注）部門別最終エネルギー消費のうち、業務部門及び産業部門の一部（非製造業、食料品製造業、他業種・中小製造業）については、産業連関表（2005年実績が最新）及び国民経済計算等から推計した推計値を用いており、統計の技術的な要因から、業務部門における震災以降の短期的な消費の減少は十分に反映されていない。

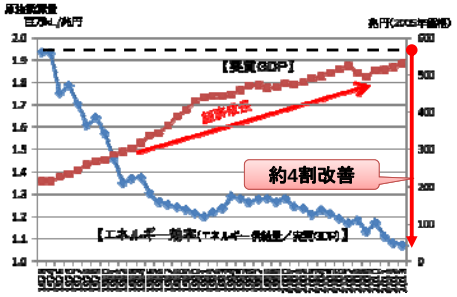
【出所】総合エネルギー統計、国民経済計算年報、EDMCエネルギー・経済統計要覧。

（平成27年12月 経済産業省資料）

我が国のエネルギーの現状（石油危機以降の我が国の省エネ努力）

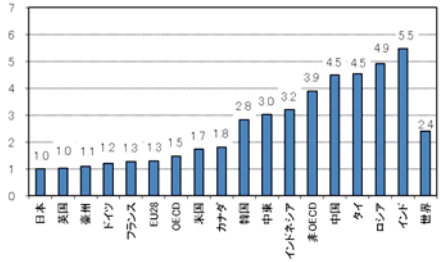
- 我が国は、1970年代の石油危機以降、官民を挙げて精力的な取組を行った結果、1973年から2013年までの40年間に約4割エネルギー効率を改善、世界的にも最高水準のエネルギー効率を実現。
- ただし、80年代後半以降は、GDP当たりの効率は伸び悩んでおり、一層の対策が求められている。

【我が国のエネルギー効率（エネルギー供給量／実質GDP）推移】



出所）総合エネルギー統計、国民経済計算年報

【エネルギー効率の各国比較（2011年）】



出所）IEA energy balance of OECD Countries 2014 Edition 、IEA energy balance of Non-OECD Countries 2014 Edition 、日本経済統計要覧
（注）一次エネルギー供給（石油換算トン）/実質GDPを日本＝1として換算。

（平成27年12月 経済産業省資料）

○ 業務・家庭部門における省エネルギーの強化

- ✓ 建築物・住宅の省エネルギー化。特に、開口部や壁等への高性能の窓や断熱材の導入はトップランナー制度においてこれまで対象外であった。
- ✓ 住宅・ビルや他の機器等のエネルギーの消費効率の向上に資する製品を新たにトップランナー制度の対象に追加することとし、2013年、エネルギー使用の合理化に関する法律を改正した。これにより、建築材料がトップランナー制度の対象に加わり、今般、断熱材の基準が示された。
- ✓ 引き続き、トップランナー制度の対象の拡大を進めるとともに、高効率照明（例：LED照明、有機EL照明）については、2020年までにフローで100%、2030年までにストックで100%の普及を目指す。

（平成26年4月 経済産業省資料）

エネルギー基本計画（2014年4月）

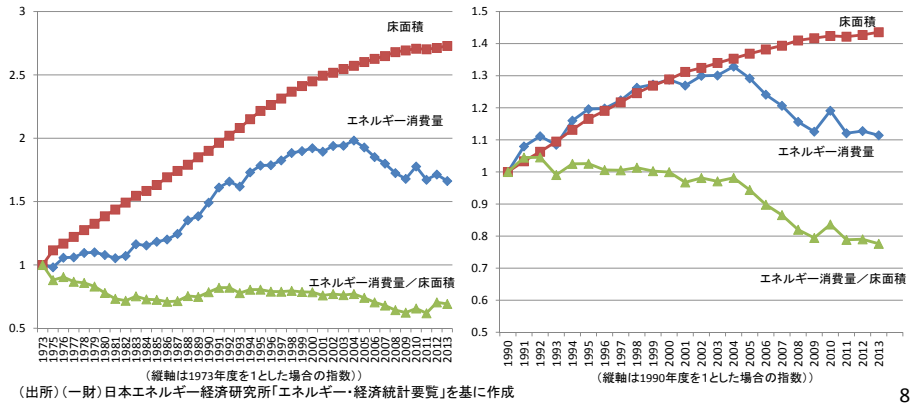
- ✓ 省エネルギー性能の低い既存建築物・住宅の改修・建て替えや、省エネルギー性能等も含めた総合的な環境性能に関する評価・表示制度の充実・普及などの省エネルギー対策を促進する。建築物については、2020年までに新築公共建築物等で、2030年までに新築建築物の平均でZEB（ネット・ゼロ・エネルギー・ビル）の実現を目指す。また、住宅については、2020年までに標準的な新築住宅で、2030年までに新築住宅の平均でZEH（ネット・ゼロ・エネルギー・ハウス）の実現を目指す。
- ✓ 2020年までに新築住宅・建築物について段階的に省エネルギー基準の適合を義務化する。
- ✓ 生活の質を向上させつつ省エネルギーを一層推進するライフスタイルの普及を進める。

（平成26年4月 経済産業省資料）

我が国のエネルギーの現状（業務部門のエネルギー消費状況①）

- 大幅にエネルギー消費量が増加している業務部門についてみると、「床面積当たり」のエネルギー消費量は近年横ばいから改善の傾向が見られる。
- 床面積は一貫して増加傾向にある一方、エネルギー消費量は近年減少傾向の状況。

業務部門におけるエネルギー消費量と床面積の推移

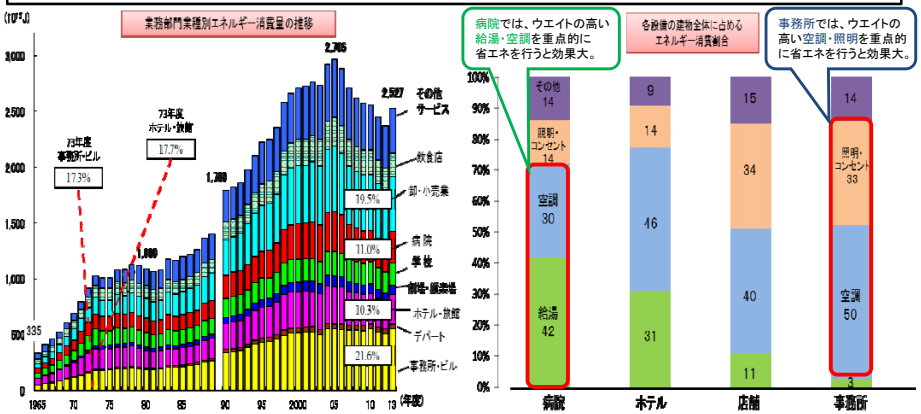


（出所）（一財）日本エネルギー経済研究所「エネルギー・経済統計要覧」を基に作成

（平成27年12月 経済産業省資料）

我が国のエネルギーの現状（業務部門のエネルギー消費状況②）

- 業務部門を9業種に大きく分類すると、かつては、エネルギー消費量のシェアが大きな部門は、ホテル・旅館や事務所・ビルであったが、近年では、事務所・ビルや卸・小売業のシェアが大きくなっている。
- 各設備の建物全体に占めるエネルギー消費割合は、建物用途によって大きく異なる。



（注）
「総合エネルギー統計」では、1990年度以降、数値の算出方法が変更されている。
（出所）
（一財）日本エネルギー経済研究所「エネルギー・経済統計要覧」、資源エネルギー庁「総合エネルギー統計」により推計

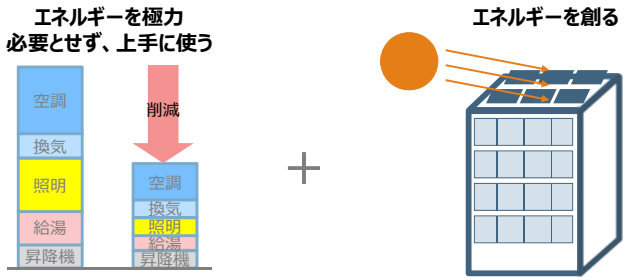
（出展）
ZEB（ネット・ゼロ・エネルギー・ビル）の実現と展開に関する研究会報告書（2009年11月経済産業省）

（平成27年12月 経済産業省資料）

ZEB（ネット・ゼロ・エネルギー・ビル）とは

●ZEBとは、快適な室内環境を保ちながら、高断熱化・日射遮蔽、自然エネルギー利用、高効率設備により、できる限りの省エネルギーに努め、太陽光発電等によりエネルギーを創ることで、年間で消費する建築物のエネルギー量が大幅に削減されている建築物

年間で消費する建築物のエネルギー量を大幅に削減



（平成27年12月 経済産業省資料）

ZEBの目標とZEBロードマップ検討委員会の設置

- 建築物（事務所、学校、病院、ホテル等）でのエネルギー消費を極力抑え、災害時でもエネルギー的に自立した建築物として、ZEB（ネット・ゼロ・エネルギー・ビル）が注目されている
- 我が国の「エネルギー基本計画（2014年4月閣議決定）」において、ZEBの実現・普及目標が設定されている
  - **2020年までに、新築公共建築物等でZEBを実現**
  - **2030年までに、新築建築物の平均でZEBを実現**
- 上記の目標を達成するために、（１）ZEBの定義・評価方法、（２）ZEBの実現可能性、（３）ZEBの普及方策を検討することを目的として、学識有識者やデベロッパー・設計事務所・ゼネコンの担当者等で構成されるZEBロードマップ検討委員会を設置

（平成27年12月 経済産業省資料）

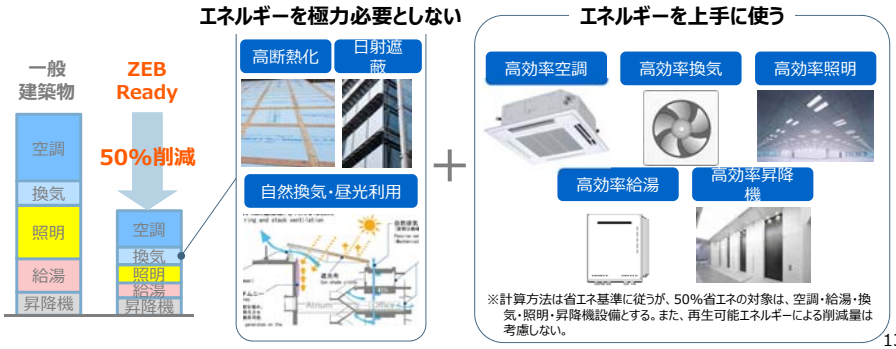
ZEBの定義・評価方法（課題）

- 一部の先進的な事業者では、ZEB建築物をPRしているものの、各社の定義が異なることから、需要家からみて比較・評価が困難
- 一方、用途や規模等の物理的な制約により、現実味がない定義・目標設定は、業界関係者のモチベーション低下を招く可能性
- ZEBをどのように評価するのか
  - 設計段階、運用段階のどちらで評価するのか
  - どの設備が対象になるのか（暖冷房、照明、給湯・・・）
  - 高層・規模が大きい建築物では、屋根に太陽光発電をたくさん載せても、厳密なZEBの実現が困難ではないか

（平成27年12月 経済産業省資料）

ZEBの定義・評価方法（エネルギーを極力必要とせず、上手に使う建築物）

- ZEBの設計段階では、建築計画的な手法（パッシブ手法）を最大限に活用しつつ、長寿命かつ改修が困難な建築外皮を高度化した上で、設備の効率化を重ね合わせることで、省エネルギー化を図ることが重要
- 省エネ基準よりも**50%以上の省エネ**をZEB基準（**ZEB Ready**）として設定
- 上記省エネ率については設計段階で評価する

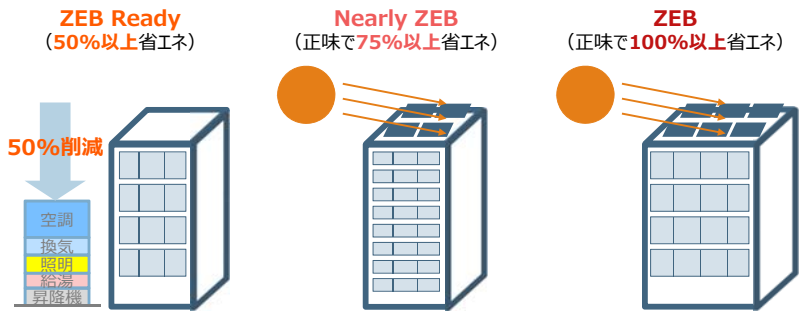


（平成27年12月 経済産業省資料）

ZEBの定義・評価方法（エネルギーを創る建築物）

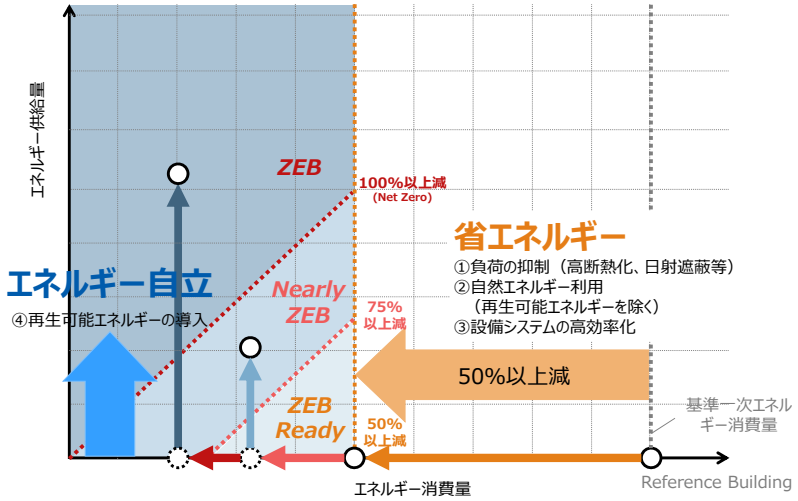
- **50%以上省エネ**（**ZEB Ready**）を満たした上で、太陽光発電等によりエネルギーを創ることで、正味でゼロ・エネルギーを目指す
- ただし、高層の大規模建築物等では屋上面積が限られ、エネルギーを創ることに限界があるため、評価に考慮することが必要
- 正味で**75%以上省エネ**を達成したものを**Nearly ZEB**
  正味で**100%以上省エネ**を達成したものを**ZEB**

※100%省エネ、75%省エネの判定方法は省エネ基準に従うが、その対象は、空調・給湯・換気・照明・昇降機設備とする。また、再生可能エネルギーはオンサイト（敷地内）を対象とし、ここでは売電分も考慮する。（ただし、余剰売電分に限る）



（平成27年12月 経済産業省資料）

ZEBの定義・評価方法（ZEBの定義イメージ）



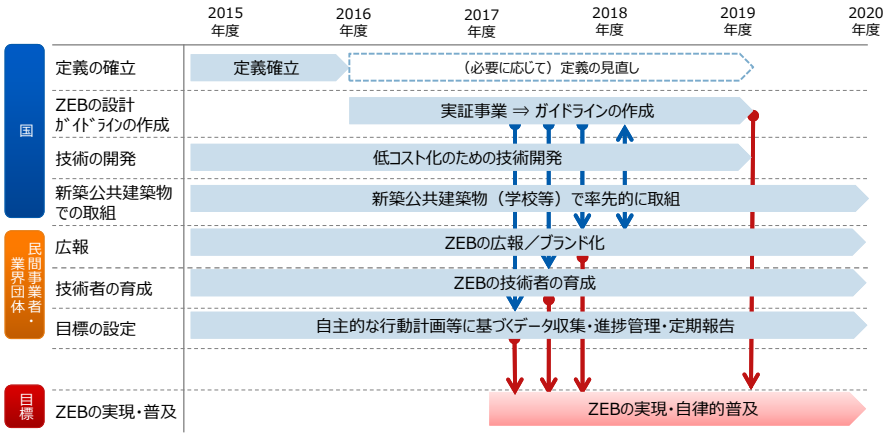
（平成27年12月 経済産業省資料）

ZEBの普及方策（課題）

- ZEBを設計するノウハウは構築・共有されているか
  - ZEBを設計するための技術や設計手法、コスト等が不透明
- ZEBは認知されているか
  - ZEBを作る、またはテナントがZEBを選ぶことのメリットは何か
    （建物・企業価値の向上、光熱費削減、エネルギー自立による防災性能の向上、快適性・知的生産性の向上等）
  - 類似する建築物指標との違いは何か
    （認定低炭素建築物等）
- ZEBを作る費用を抑えられているか
  - 現状では、ZEBのための追加投資は、必ずしも経済合理性に見合うものではない
  - ZEBへの投資は建物オーナー（建築主）が負担する一方で、光熱費削減等のメリットはテナント（借主）が得られるというギャップ
  - また、テナントビルでは、坪賃料の違いにより、投資可能な規模に限界

（平成27年12月 経済産業省資料）

ZEBの普及方策（ZEBロードマップ案）

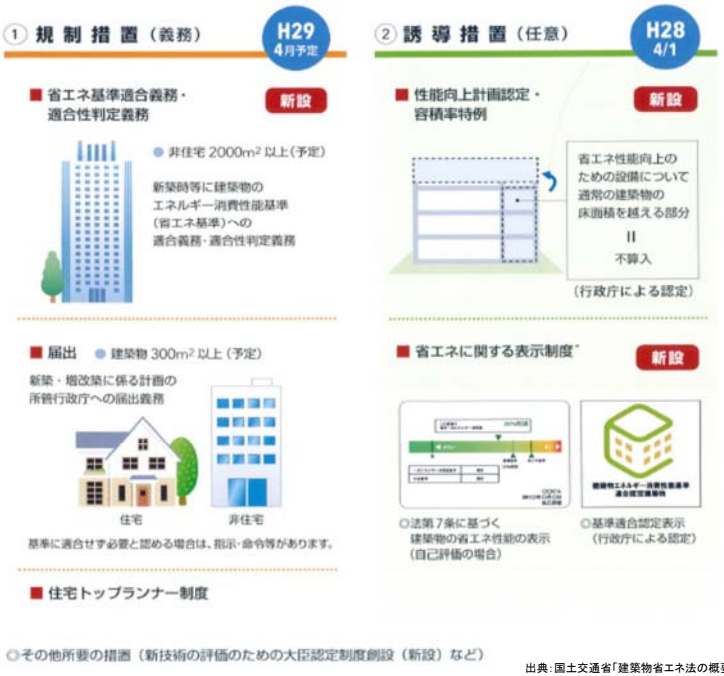


検討委員会での議論を踏まえ、ZEBの課題に対する対応の方向性を整理した

（平成27年12月 経済産業省資料）

建築物のエネルギー消費性能の向上に関する法律（建築物省エネ法）

- ✓ 2015年7月1日に国会において成立し、7月8日に公布。
- ✓ ①大規模非住宅建築物の省エネ基準適合義務等の規制措置と、②省エネ基準に適合している旨の表示制度及び誘導基準に適合した建築物の容積率特例の誘導措置を一体的に講じる。
- ✓ 適合義務、届出等の規制的措置については2017年4月1日に施行、容積率特例、表示制度等の誘導的措置については2016年4月1日の施行。
- ✓ エネルギーの使用の合理化等に関する法律(省エネ法)の「建築物に係る措置」の大部分はこの新法に移行。



出典：国土交通省「建築物省エネ法の概要」説明資料

建築物省エネ法に基づく省エネ性能の表示制度

表示制度に関する基本的な考え方

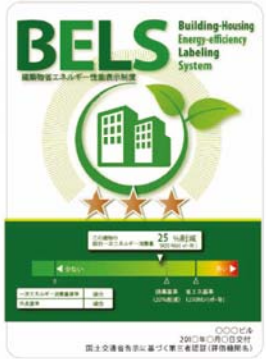
＜国土交通省による建築物のエネルギー消費性能の向上に関する基本的な方針より、一部抜粋＞

- ✓ 建築物のエネルギー消費性能の見える化を通じて、エネルギー消費性能に優れた建築物が市場で適切に評価され、消費者に選択されるような環境整備を図ることが重要である。
- ✓ 市場で適切に評価されるためには、信頼性の高い評価指標や第三者の評価による建築物のエネルギー消費性能の表示制度の充実及び普及が有効である。
- ✓ こうした表示制度の普及により、建築物等に対してインセンティブが付与され、建築物のエネルギー消費性能の向上につながることが期待される。

住宅・ビル等の省エネ性能表示

＜基準レベル以上の省エネ性能をアピール＞

■ **新築時等**に、**特に優れた省エネ性能**をアピール。
⇒第三者機関による評価を受け、
省エネ性能に応じて５段階で★表示



※既存建築物でも活用可能

第7条ガイドラインを踏まえたデザイン

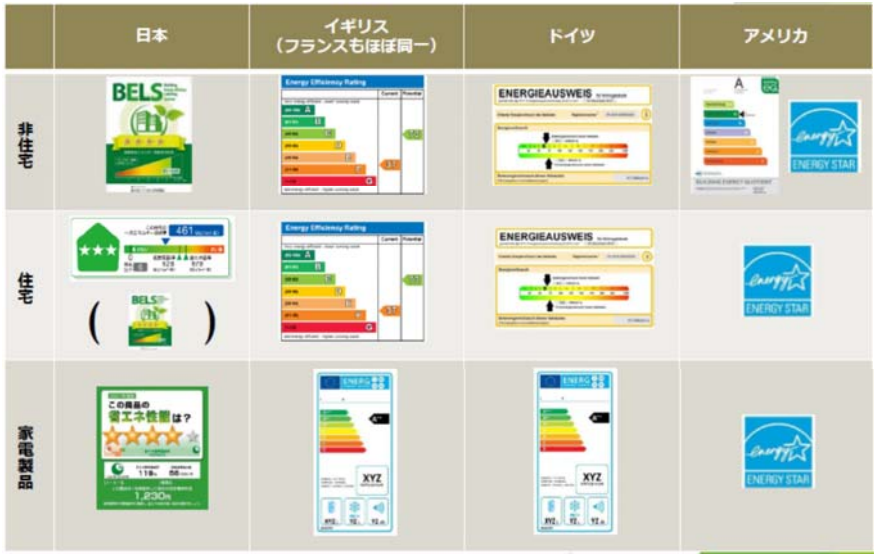
＜既存建築物が基準適合していることをアピール＞

■ **既存建築物の省エネ改修**をして、**基準適合**とした場合のアピール
⇒行政庁による認定を受け、
基準適合認定マーク（eマーク）を表示

※適合性判定（非住宅2000m²以上）、届出（300m²以上2000m²未満）、又は誘導基準認定（容積率特例）等の申請書類（一次エネルギー消費量算定結果）を活用可能

出典：国土交通省「建築物省エネ法の概要」説明資料

各国におけるエネルギー性能表示例



（住宅性能評価・表示協会，BELS（住宅版）説明会資料）

海外におけるエネルギー性能表示の活用

海外各国では省エネルギー格付をグリーンビル普及政策のツールとして活用している。

✓ 米国
多くの自治体でエナジースターによるベンチマーキングの報告義務がある。

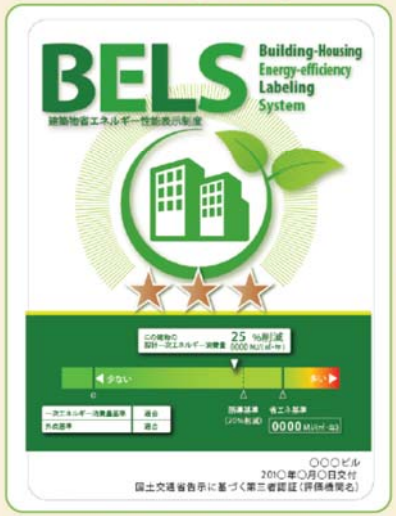
✓ 英国
EPCによる評価を義務化するだけでなく、一定以下の評価のビルは2018年以降賃貸することが違法になる。

✓ 豪州
NABERSエネルギーでの一定以上の評価が政府系機関の入居の条件、またテナント募集広告への表示義務化している。

（住宅性能評価・表示協会，BELS（住宅版）説明会資料）

BELSとは

プレート表示（非住宅 BELS）



- **BELS（ベルス）**とは Building-Housing Energy-efficiency Labeling System（建築物省エネルギー性能表示制度）の略称であり、新築・既存の建築物において、**第三者評価機関が省エネルギー性能を評価し認証する制度**です。
性能に応じて５段階で★表示がされます。
※（一社）住宅性能評価・表示協会が運用する制度
- **平成２８年４月より評価対象に住宅が追加されます。**
- BELS を取得するには、第三者の評価実施機関（BELS 評価機関）による評価・認証を受ける必要があります。

広告表示イメージ

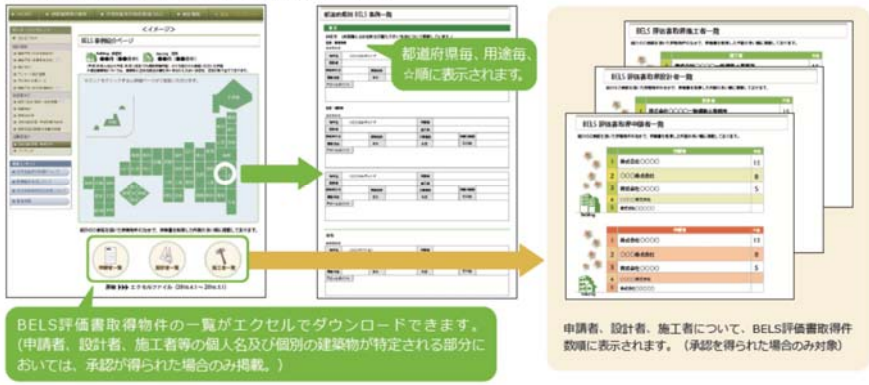
※広告物、宣伝用物品等において、表示スペースが著しく制約される場合は、表示事項を一部省略可。

評価スキーム

出典：国土交通省「住宅・ビル等の省エネ性能の表示について」説明資料

BELS取得建物のウェブサイトへの掲載

▼(一社) 住宅性能評価・表示協会のＨＰにおける掲載イメージ



出典：国土交通省「住宅・ビル等の省エネ性能の表示について」説明資料

住宅版BELSの開始

ガイドラインにおける第三者認証制度の一つとしてBELSが位置づけられることとなった。
これに伴ってBELS制度においても対象建築物を住宅に拡充する等の改正が行われた。

【非住宅用ラベル】

【住宅・共同住宅等用ラベル】

【非住宅・複合建築物用ラベル】

BELSの5段階の星マークレベル

- ✓ 用途により星マークのレベルが異なり、非住宅の方が高い性能を求められる。
- ✓ 基準の数値はBEI。

BEI ＝ 設計一次エネルギー消費量÷基準一次エネルギー消費量

☆数	住宅用途	非住宅　用途1（事務所等、学校等、工場等）	非住宅　用途2（ホテル等、病院等、百貨店等、飲食店等、集会所等）
★★★★★	0.8	0.6	0.7
★★★★	0.85	0.7	0.75
★★★ 誘導基準	0.9	0.8	0.8
★★ 省エネ基準	1.0	1.0	1.0
★ 既存の省エネ基準	1.1	1.1	1.1

※設計BEIが各☆のBEI値の水準以下となる☆数。
※エネルギー消費性能基準に適合しない場合は、表示は行わない。
※評価方法に住宅の仕様基準を用いる場合は、星の数が☆☆の表示となる。

出典：住宅性能評価・表示協会「BELS（建築物省年ルギー性能表示制度）」説明資料

語句の説明

- ✓ BEI
  「設計一次エネルギー消費量」を「基準一次エネルギー消費量」で除した値のこと。1.0以下であれば省エネ基準に適合。数値が小さいほど省エネ性能が高い。

- ✓ 設計一次エネルギー消費量
  評価対象となる建築物において、設計仕様（設計した省エネ手法を加味）で算定した一次エネルギー消費量のこと。

- ✓ 基準一次エネルギー消費量
  設計一次エネルギーの算出と同様の建築条件、計算条件のもと、外皮・設備に省エネ基準に基づく標準仕様を採用した場合の一次エネルギー消費量のこと。

＊「設計一次エネルギー消費量」、「基準一次エネルギー消費量」ともに、建築研究所が提供するWEBプログラム等で産出される。

ガイドラインに基づく性能の表示や情報提供

✓ 建築主・建物所有者

デベロッパー、建築物オーナーなど

新築時、改修時の省エネ性能表示取得や、販売・賃貸時の住宅の購入者・賃借人、テナント企業等に説明すること等が考えられる。

✓ 仲介者

不動産仲介会社など

住宅の購入者・賃借人、テナント企業等が省エネ性能に優れた建築物の選択を行いやすくするために、広告等において省エネ性能を表示すること等が考えられる、

✓ 設計・施工者

ゼネコン、設計事務所、ハウスメーカー、工務店など

建築主、建物所有者に対し、省エネ性能を分かりやすく説明すること等が考えられる。

出典：国土交通省「住宅・ビル等の省エネ性能の表示について」説明資料

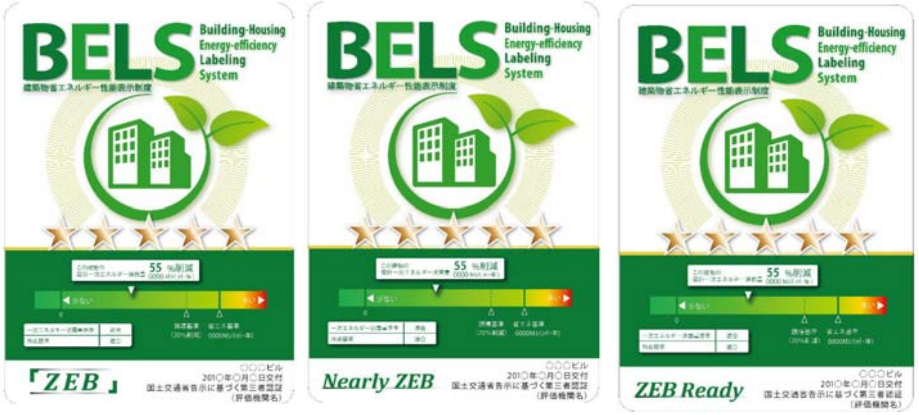
BELSの普及状況

Building 非住宅 22件　Housing 住宅 3785件

平成28年4月から平成28年3月までの累計評価件数となります。
※複合建築物については、建築物に占める割合が最も多い区分にしたがい非住宅、住宅に割り当てております。

出典：住宅性能評価・表示協会HP

BELS（ZEB）の表示イメージ



ZEB　Nearly ZEB　ZEB Ready

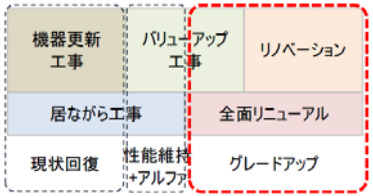
ZEB化のための空調システム改修

次世代空調システムへのリニューアルの考え方

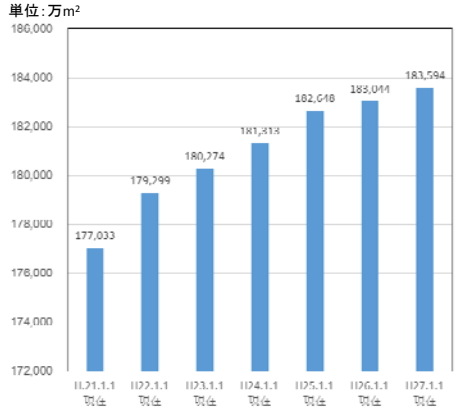
・単なる設備更新ではなく、
　将来は・・・技術／要求仕様に追従して、適正容量の機器と
　　適合制御のシステムに入替える
・システム全体の入替えではなく、
　将来は・・・必要なところを部分更新できる
・顧客の要望に合わせて量産品ではなく、
　将来は・・・テーラーメイドでフルチューニング

＋

BCP（事業継続性）に優れた建物へ



ビルストックの実態（1）



建築物ストック統計
（全国 平成27 年1 月1 日現在）

約73 億6,567 万m² ※

住宅：55 億2,973 万m²
（対前年比約0.6%の増加）

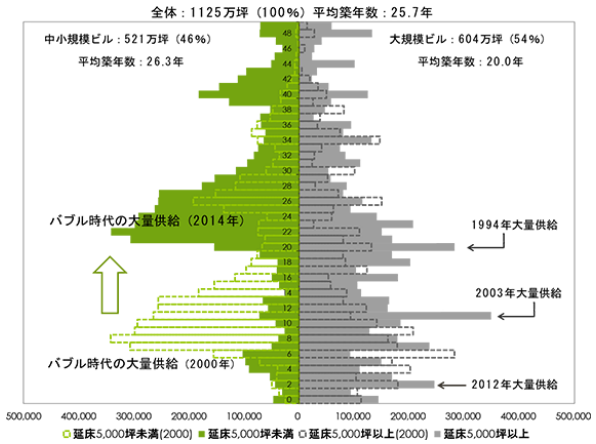
非住宅：約18 億3,594 万m²
（対前年比約0.3%の増加）

※「平成20 年住宅・土地統計調査」、「平成20 年法人建物調査」に基づく推計値。平成23年3 月11日に発生した東日本大震災により被害のあった建物は含まれていない。

出典：プレスリリースH27.7.30
国交省　建築物のストック統計(H27/1/1現在　暫定値）の公表より

ビルストックの実態（2）

東京23区オフィスピラミッド2014（賃貸面積ベース、2000年との重ね図）



大規模ビル：
バブル期以降も供給が続き、
平均築年数16.8年（2000年）
→ 20.0年（2014年）

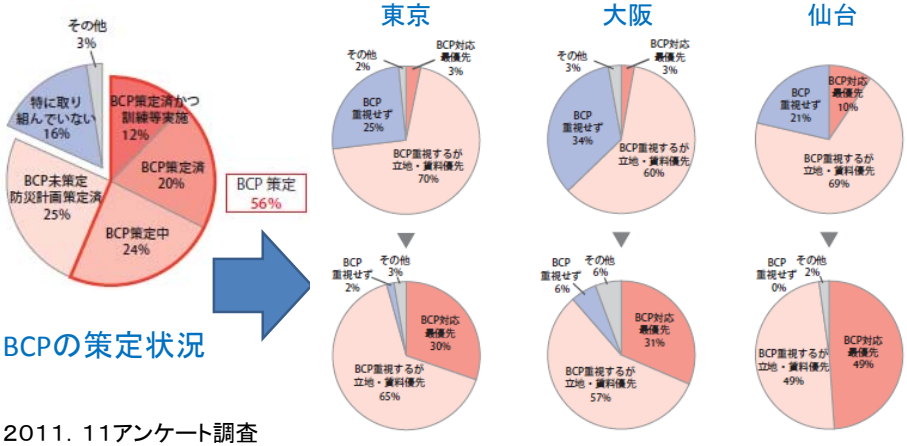
中小規模ビル：
バブル期に大量供給、以降低水準が続き、
平均築年数16.2年（2000年）
→ 26.3年（2014年）

高齢化（築古化）が顕著

出典：ザイマックス不動産総合研究所 HP　2014.4.18公表

ビルのBCPに対する意識

ビル選定基準の変化＜エリア別＞



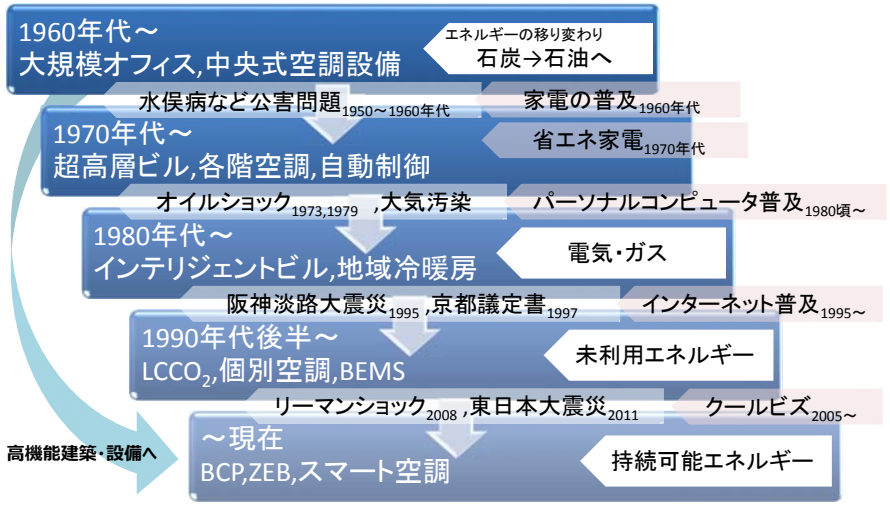
BCPの策定状況

2011．11アンケート調査

出典：森トラスト オフィス調査2012

リニューアルの動機（1）

建物価値と要求事項の変化
建築物と建築設備に向けた価値観と要求事項は時代とともに移り変わってきた。



リニューアルの動機（2）

築年による改修の動機の例

建築時 改修動機	10年前のビル (バブル崩壊)	20年前のビル (豊かさの時代)	30年前のビル (高度経済成長期)
市場性の維持	OA化対応 24時間対応 個別(空調)対応 BCP対応	（同左） 耐震診断・改修 洗面回りの機能アップ	（同左） 天井高2.4m→ 照明照度500Lx ガラス落下防止
機能アップ、快適性向上	空調システムの高度化 遠隔監視・管理 セキュリティ	（同左）	（同左）
法令遵守	バリアフリー 省エネルギー 石綿除去	（同左） 耐震診断・改修 道路斜線制限	（同左） 防煙・防火非難対応 容積率導入、 高さ制限廃止等集団規制対応

出典：オフィスビルの戦略的な改修企画、編集 BELCA、2008.8

○ リニューアル
― ストック改修の重要性 ―

- 既存ストック建築は増加傾向にある。
- 既存設備の社会的劣化は避けられない。
- 時代要求に合わせた機能向上のリニューアルの必要性。
- 建物を使用しながらのリニューアルへの要求。
- リニューアル工事には計画段階からのノウハウが重要。
- 低エクセルギー利用、エネルギーの面的利用。
- 建物の長寿命化とリニューアルによる社会的劣化の防止。
- 環境配慮への評価と不動産価値向上。

○ 防災力・頑健性の向上（BCP対応）
― 強靭化の推進 ―

- 東日本大震災を教訓とした、電力供給・エネルギーセキュリティー問題の認識。
- 被害を受けたとしても中断しない、中断したとしても短時間での再開が要求される。
- 企業防災力の強化、経済被害軽減効果への期待。
- デマンドレスポンス、エネルギー融通、発電機・CGSの高効率化。
- BCPに求められる機能の洗出し、それらが認められる評価方法の確立。
- 社会全体の防災力・事業継続力の向上。

気候変動枠組条約第21回締約国会議（COP21）
（フランス パリ, 2015年11月30日～12月12日）

出所：全国地球温暖化防止活動推進センター

日本は民生（業務・家庭部門）のCO2排出量を2030年までに4割削減する目標を掲げている。

実現のためには更なる住宅・建築物の省エネ化の促進が必要となる。

新築に加えてストックの性能向上も重要となる。