

平成30年度 東京都環境建築フォーラム

建築分野における ゼロ・エミッションの推進に向けて

国立大学法人 千葉大学大学院
工学研究院創成工学専攻建築学コース
林 立也 taha@chiba-u.jp

説明内容

1. 温室効果ガス削減に向けた国内外の動向
2. 建築分野の省CO2推進の障壁
3. 新しい建築モデル：スマートウェルネス
4. まとめ

COP21 (国連気候変動枠組条約第21回締約国会議) ⇒パリ協定

「全員参加」による温暖化対策の枠組みが採択(2015年12月15日)

京都議定書とパリ協定

京都議定書		パリ協定
1997	採択年	2015
先進国のみ	対象国	途上国を含む196 力国・地域
先進国は2008年 から2012年の間に 1990年比で約5% 削減	全体の 目標	産業革命前からの 気温上昇を2度未 満にし、1.5度以 内に向けて努力
日本6%減、米国7% 減、EU8%減など。 途上国には削減 義務なし	各国の 削減目標	作成、報告、国内 対策の義務化。5 年ごとに更新。達 成は義務づけない
—	途上国 支援	先進国は資金を拠 出する義務。途上 国には自主的な拠 出を求める



課題:

- 参加国すべてが目標を達成しても、地球の平均気温は産業革命前より3度近く上昇する。
- 全員参加を優先したため、目標を達成できない場合の規定はほとんど議論されなかった。

➡ COP24にて具体的な実施ルールの合意(2018/12/17)

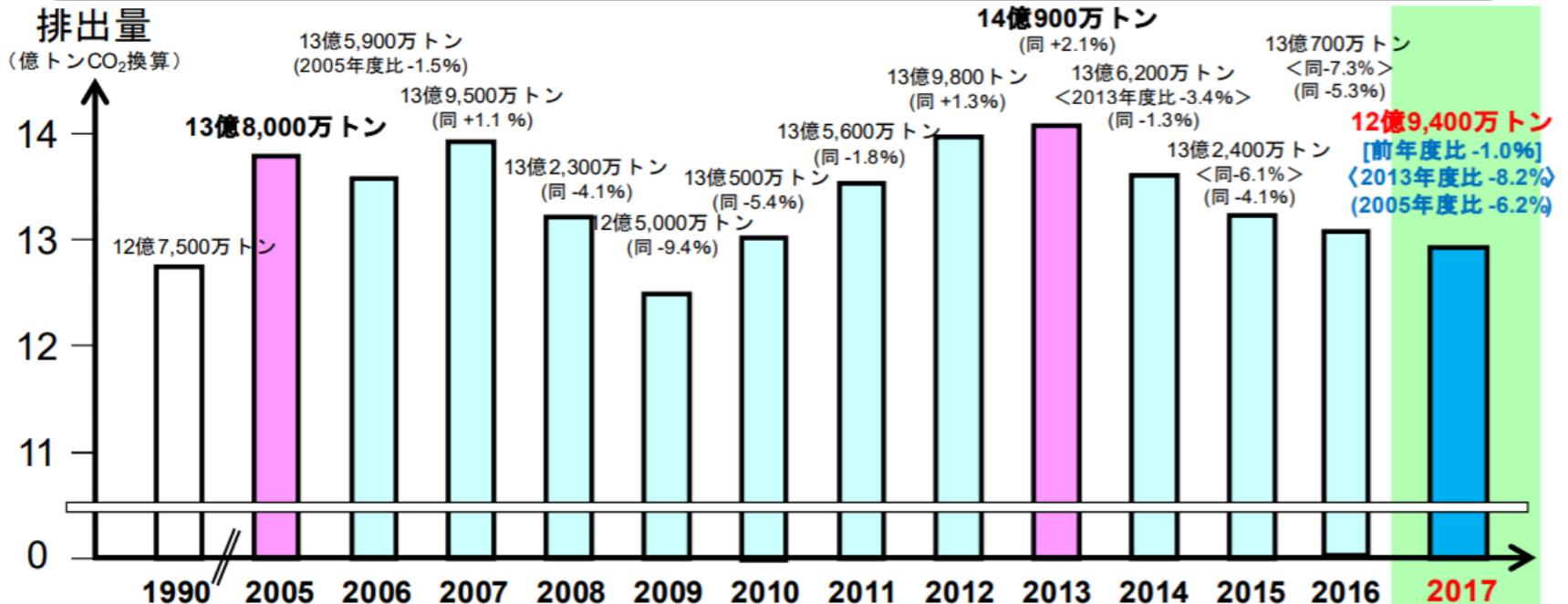
各国のIDCN（2020年以降の約束草案）

	国／地域名	内容	目標年	基準年	INDC提出日
附属書Ⅰ国	EU 	-40%	2030年	1990年	3月6日
	米国 	-26～-28% (-28%達成に向けて最大限努力)	2025年	2005年	3月31日
	ロシア 	-25～-30%	2030年	1990年	4月1日
	カナダ 	-30%	2030年	2005年	5月15日
	日本 	-26% (-25.4%)	2030年 (2030年)	2013年 (2005年)	7月17日

	国／地域名	内容	目標年	基準	INDC提出日
非附属書Ⅰ国	中国 	・CO ₂ 排出量を減少傾向へ。達成時期を早めるよう、最善の取り組みを行う ・GDP当たりCO ₂ 排出量で-60～-65%	・2030年前後 ・2030年	— ・2005年	6月30日
	インドネシア 	-29%	2030年	BAU	9月24日
	南アフリカ 	GHG排出量を398-614 Mt CO ₂ -eq.にする	2025年及び2030年	—	9月25日
	ブラジル 	・-37% ・-43%	・2025年 ・2030年	2005年	9月28日
	インド 	GDP当たり排出量で-33～-35%	2030年	2005年	10月1日

我が国の温室効果ガス排出量（2017年度速報値）

- 2017年度（速報値）の総排出量は**12億9,400万トン**（前年度比-1.0%、2013年度比-8.2%、2005年度比-6.2%）
- 前年度と比べて排出量が減少した要因としては、冷媒分野におけるオゾン層破壊物質からの代替に伴い、ハイドロフルオロカーボン類（HFCs）の排出量が増加した一方で、太陽光発電・風力発電等の再生可能エネルギーの導入拡大や原子力発電所の再稼働等によるエネルギーの国内供給量に占める非化石燃料の割合の増加等のため、エネルギー起源のCO₂排出量が減少したこと等が挙げられる。
- 2013年度と比べて排出量が減少した要因としては、HFCsの排出量が増加した一方で、太陽光発電及び風力発電等の再生可能エネルギーの導入拡大や原子力発電所の再稼働等によるエネルギーの国内供給量に占める非化石燃料の割合の増加、エネルギー消費量の減少等のため、エネルギー起源のCO₂排出量が減少したこと等が挙げられる。
- 2005年度と比べて排出量が減少した要因としては、HFCsの排出量が増加した一方で、エネルギー消費量の減少等のため、エネルギー起源のCO₂排出量が減少したこと等が挙げられる。



注1 2017年度速報値の算定に用いた各種統計等の年報値について、速報値の算定時点で2017年度の値が未公表のものは2016年度の値を代用している。また、一部の算定方法については、より正確に排出量を算定できるよう見直しを行っている。このため、今回とりまとめた2017年度速報値と、来年4月に公表予定の2017年度確報値との間で差異が生じる可能性がある。なお、確報値では、森林等による吸収量についても算定、公表する予定である。

注2 各年度の排出量及び過年度からの増減割合（「2013年度比」）等には、京都議定書に基づく吸収源活動による吸収量は加味していない。

出典：国立環境研究所 温室効果ガスインベントリオフィス（2017年度速報値）

日本のIDCN（約束草案）の中身

日本の約束草案(H27.7.17)

●温室効果ガス削減目標

(2030年における2013年比)

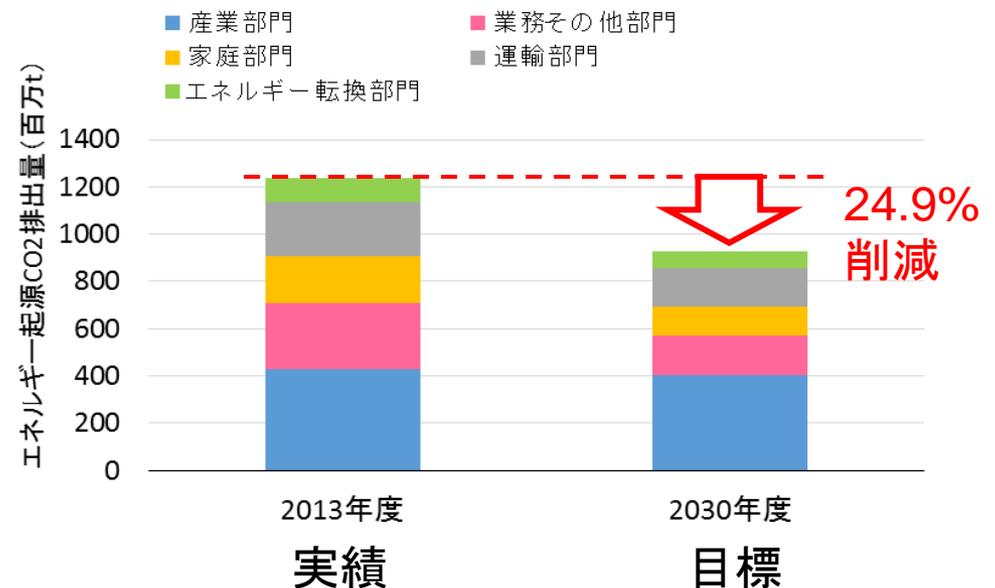
- ・全体 :26.0%
- ・エネルギー起源 :24.9%
 - 業務その他部門 :39.8%
 - 家庭部門 :39.3%
 - 交通部門 :27.6%



震災後の一段階の削減を経た後の
非常に高い目標

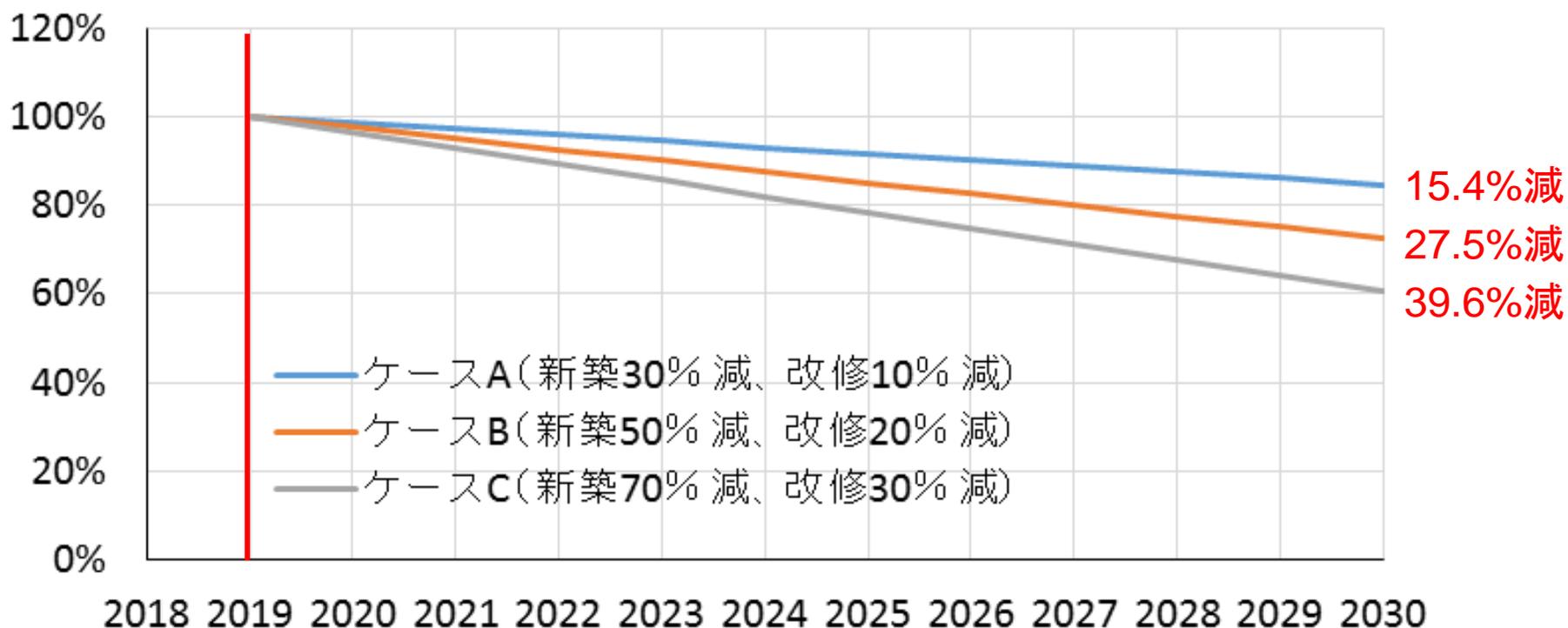
[単位：百万t-CO₂]

年度	実績A	目標B	削減率 (=1-B/A)
	2013年度	2030年度	
エネルギー起源CO ₂	1,235	927	24.9%
産業部門	429	401	6.5%
業務その他部門	279	168	39.8%
家庭部門	201	122	39.3%
運輸部門	225	163	27.6%
エネルギー転換部門	101	73	27.7%

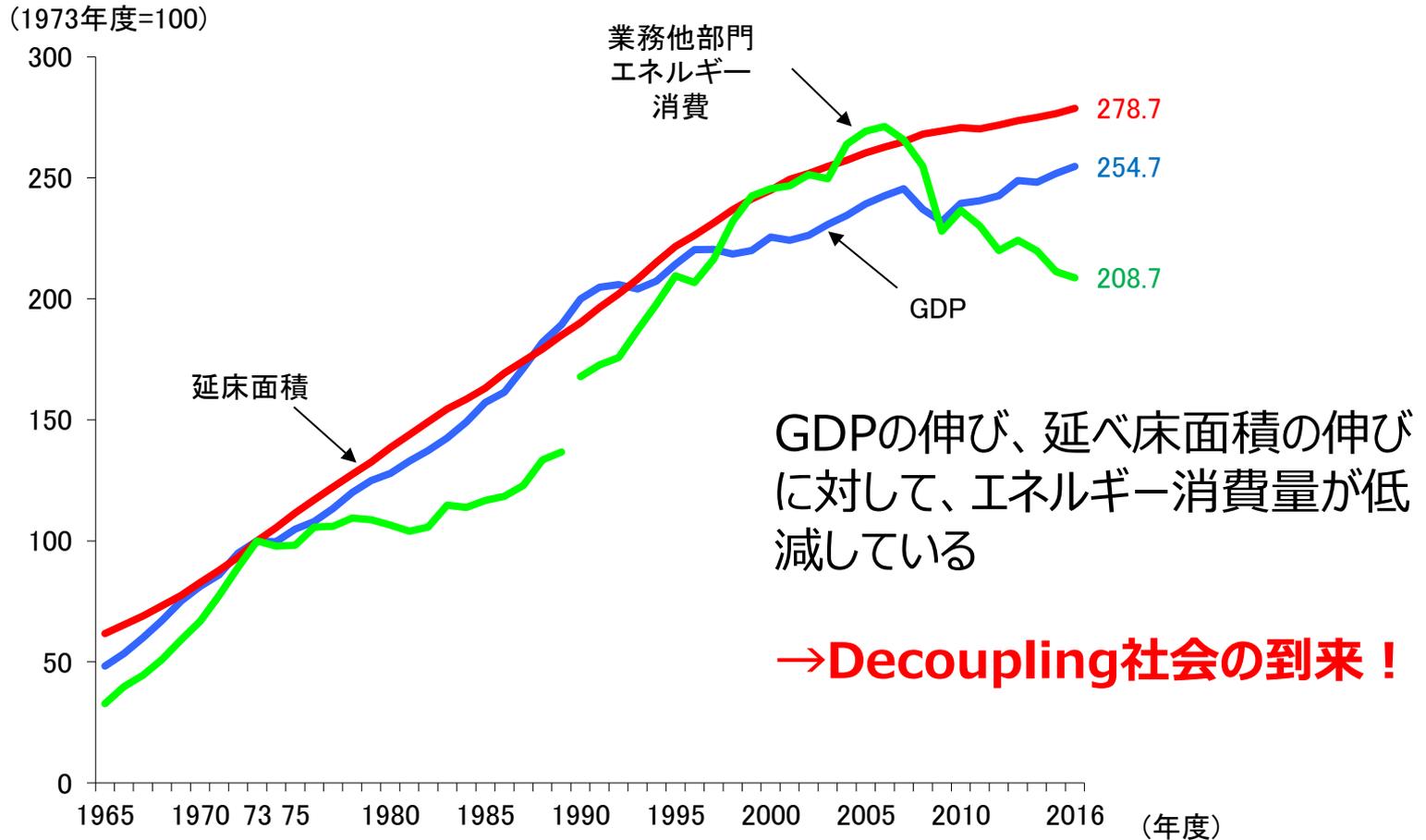


業務用その他部門での達成可能性

- ・2020年から新築、改修で大幅な省エネが図られると想定
- ・新築着工面積のストック面積に対する比率3%、設備改修の比率5%と想定
- ・業務用ストック面積:18億m²

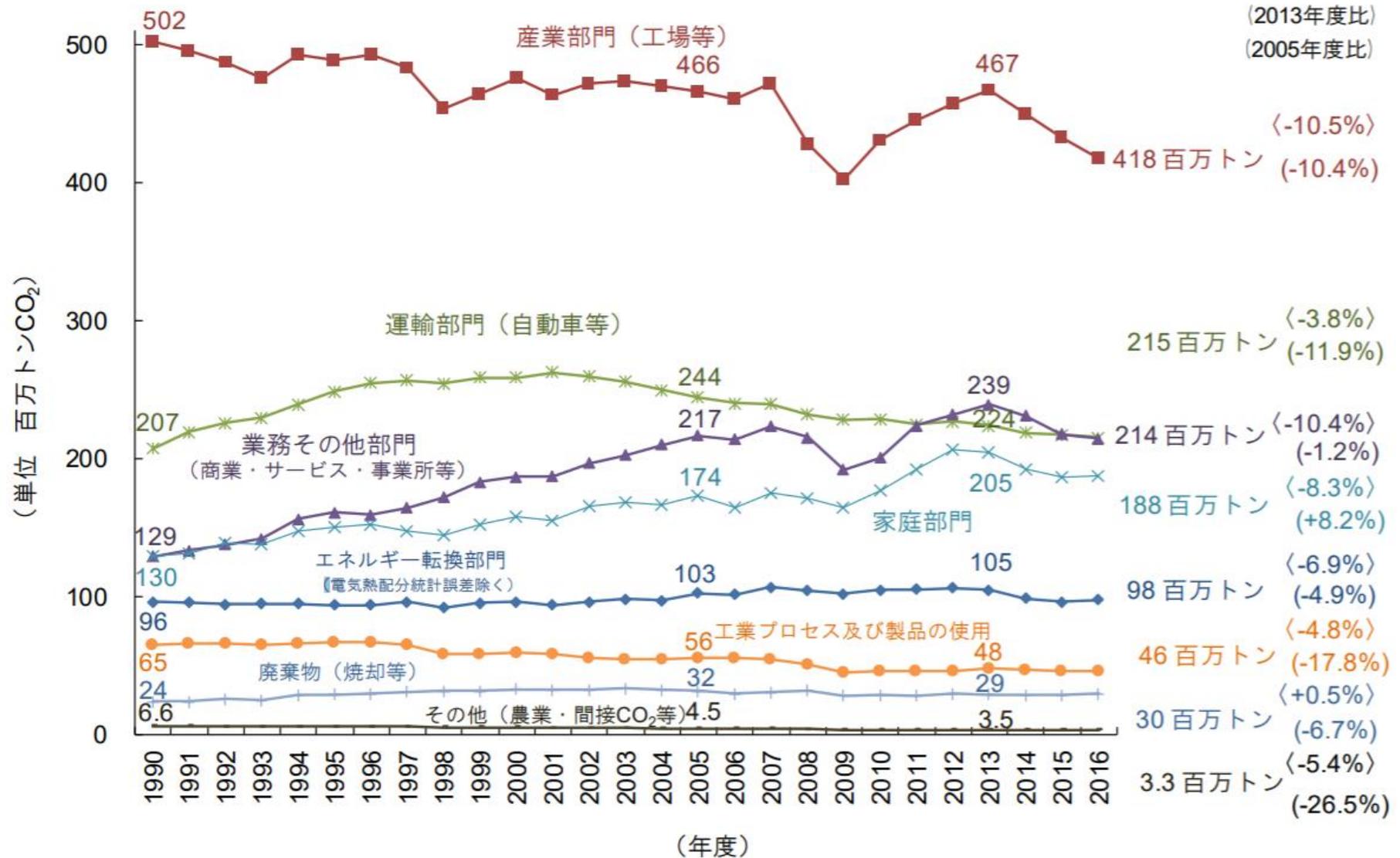


業務他部門のエネルギー消費は削減傾向か？



出典：エネルギー白書（2018）、資源エネルギー庁（2018）

部門別の温室効果ガス排出量の推移（日本）



出典: 国立環境研究所 温室効果ガスインベントリオフィス(2016年度確定値)

動向のまとめ

- ◆2030年の温室効果ガスの削減目標に向け、業務他部門、家庭部門における2次側のエネルギー消費量は低減傾向にある。
- ◆一方で、その低減速度は低下しつつあり、今後和省エネルギーがより一層加速されるかは不透明な状況である。
- ◆目標達成に向けては、従来の省エネ技術の進展とその普及だけではままならず、新たな方向性への展開が求められる。

説明内容

1. 温室効果ガス削減に向けた国内外の動向

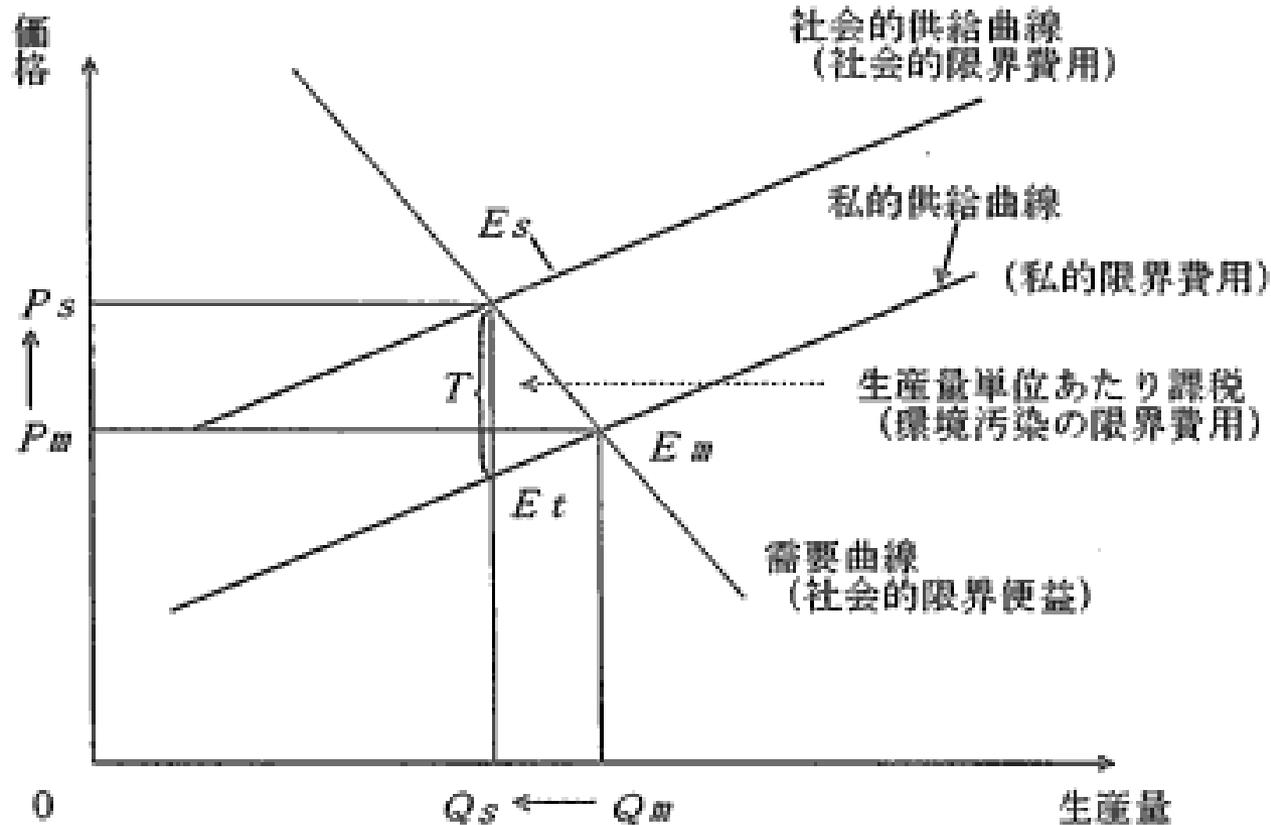
2. 建築分野の省CO2推進の障壁

3. 新しい建築モデル：スマートウェルネス

4. まとめ

環境政策と市場メカニズム

第4-3-1図



出典: 環境白書(平成7年)

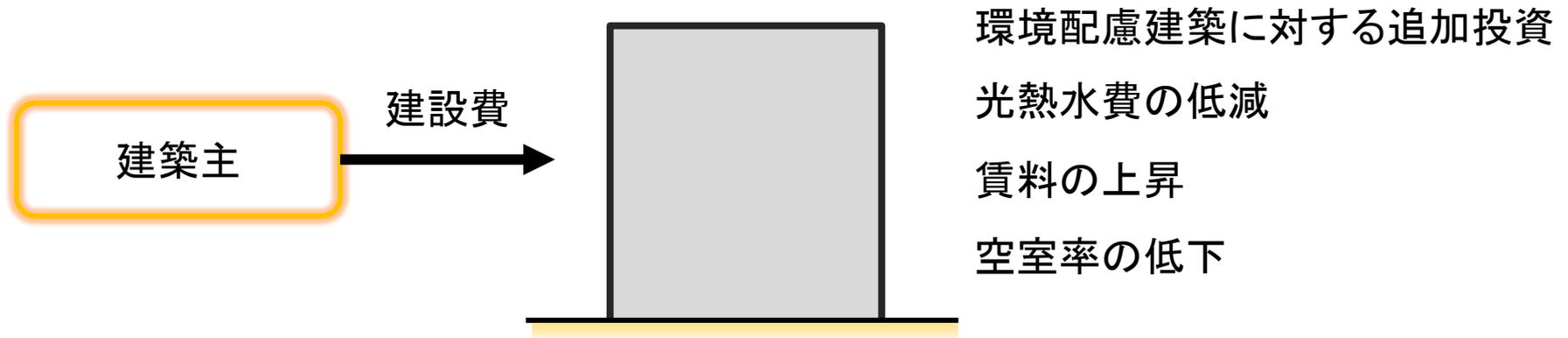


環境税制により環境汚染を市場メカニズムの中で防止

環境配慮建築物に対するオーナーの投資判断

1. どのような投資が可能かを確定. 可能な選択肢を列挙.
2. 各選択肢の全ての結果を確定. 必要な投入とそこからの産出.
3. 投入と産出を[金銭評価].
4. [費用]と[便益]を合計し, [利潤]が最大の投資を選択.

→ [機会費用]を適切に考慮したときの[利潤]が正であるか否か



出典: 国立環境研究所 温室効果ガスインベントリオフィス(2016年度確定値)

ビル入居組織のコスト感覚（1）

我慢の省エネ

- 「1%」のエネルギーがオーナーやテナントの関心事なのか？

Energy costs	25%減 5,400円 -1,800円	Rental costs	0%増 64,697円 ±0円	Staff costs	5%低下 602,000円 +30,000円
--------------	---------------------------	--------------	-----------------------	-------------	------------------------------

エネルギーコスト（1人当たり月額） 5,400円

* $1,613\text{MJ/m}^2 \cdot \text{年} \times 1.92\text{円/MJ} \div 0.6$ （レントブル比） $\times 3.3 \times 3.8\text{坪}$ （1人当り面積） $\div 12$ か月 マネジメントコスト含まず

ザイマックス総研「オフィスビルエネルギー消費量及びコスト調査(2016年12月まで)」

賃料（1人当たり月額） 64,697円

* ザイマックス総研「1人あたりオフィス面積調査（2016年）」

人件費（月額） 602,000円

* 平成28年賃金構造基本統計調査の東京（男女）の平均給与額に、

福利厚生費調査（経団連2013年）の現金給与に対する法定・法定外福利厚生費の割合19.3%を加えた額

東京	年齢	勤続年数	所定内実労働時間数	超過実労働時間数	きまって支給する現金給与額	年間賞与その他特別給与額
	歳	年	時間	時間	千円	千円
男女計	41.4	11.7	160	13	403.4	1219.1
男	42.8	13.2	161	14	445.3	1428.7
女	38.6	8.9	159	10	320.4	803.6

出所：平成28年賃金構造基本統計調査(都道府県別第1表10人以上)

ビル入居組織のコスト感覚（2）

ZEB(超省エネ)

「1%」のエネルギーがオーナーやテナントの関心事なのか？

Energy costs	50%減 5,400円 -2,700円	Rental costs	10%増 64,697円 ±6,000円	Staff costs	0% 602,000円 ±0円
--------------	---------------------------	--------------	----------------------------	-------------	-----------------------

エネルギーコスト（1人当たり月額） 5,400円

* $1,613\text{MJ/m}^2 \cdot \text{年} \times 1.92\text{円/MJ} \div 0.6$ （レンタル比） $\times 3.3 \times 3.8\text{坪}$ （1人当り面積） $\div 12$ か月 マネジメントコスト含まず

ザイマックス総研「オフィスビルエネルギー消費量及びコスト調査(2016年12月まで)」

賃料（1人当たり月額） 64,697円

* ザイマックス総研「1人あたりオフィス面積調査（2016年）」

人件費（月額） 602,000円

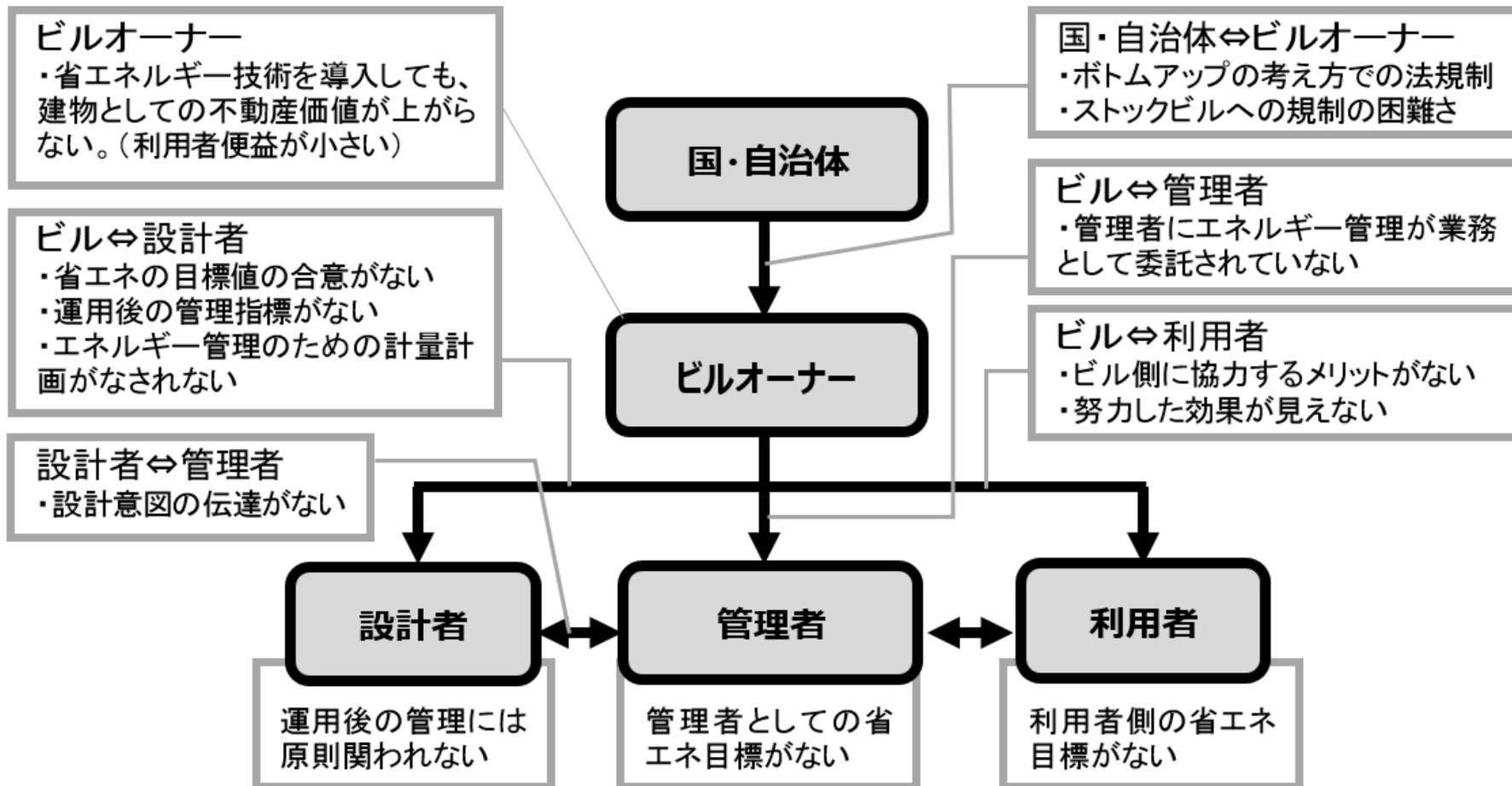
* 平成28年賃金構造基本統計調査の東京（男女）の平均給与額に、

福利厚生費調査（経団連2013年）の現金給与に対する法定・法定外福利厚生費の割合19.3%を加えた額

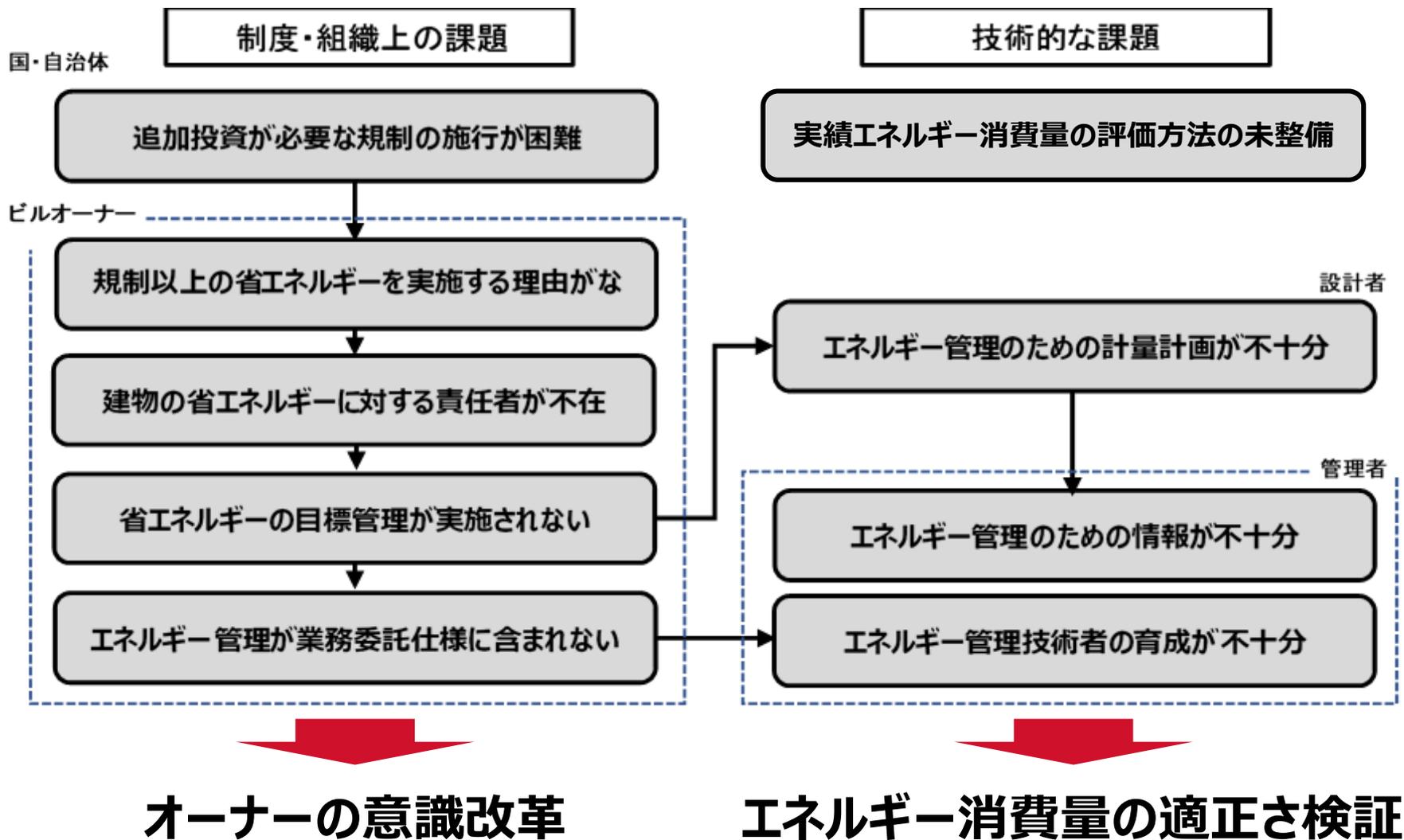
東京	年齢	勤続年数	所定内実労働時間数	超過実労働時間数	きまって支給する現金給与額	年間賞与その他特別給与額
	歳	年	時間	時間	千円	千円
男女計	41.4	11.7	160	13	403.4	1219.1
男	42.8	13.2	161	14	445.3	1428.7
女	38.6	8.9	159	10	320.4	803.6

出所：平成28年賃金構造基本統計調査(都道府県別第1表10人以上)

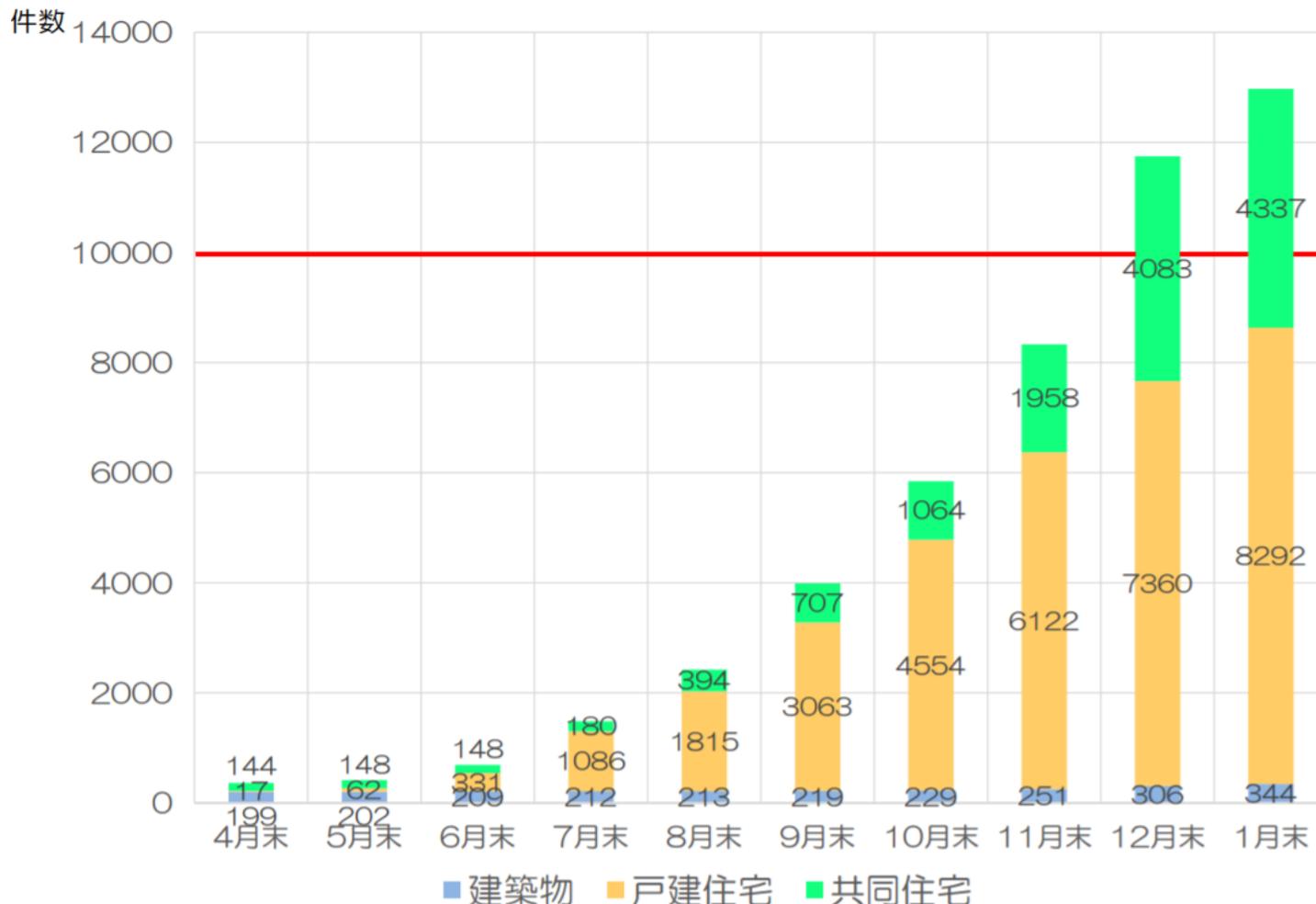
省エネ・省CO2が進みにくい要因（1）



省エネ・省CO2が進みにくい要因（2）



BELSの実績の推移（平成28年度）

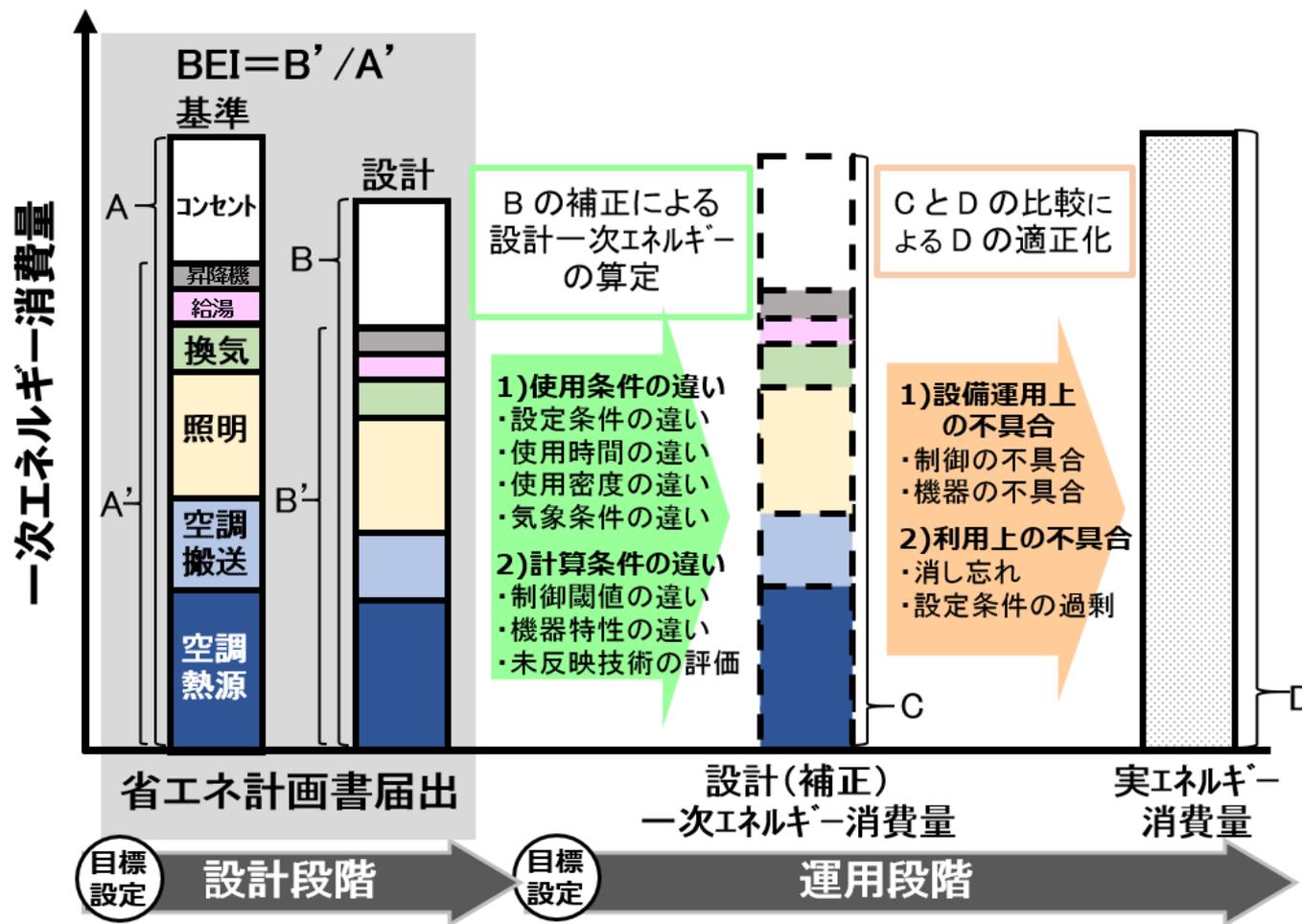


出典：国土交通省（住宅・建築物の省エネ性能表示制度に関するシンポジウム）



住宅はZEH補助金とセットで普及、非住宅部門は方向性みえず

既存ストックのベンチマークの困難



実績のエネルギー消費量の適正さを検証する方法がない

施設のエネルギー消費、どこからどの位、減らせるか

～ 手掛かりとなる簡易推計法を開発 ～

施設のエネルギー消費量削減に係る課題

適正なエネルギー消費量なのかが不明

何(空調?照明?)に消費したのかが不明

何からどの位、減らせるのかが不明

簡易推計法とは・・・

■ 開発のコンセプト (施設の一次エネルギー消費量の推計にあたって)

- ・各施設の運用実態を考慮
- ・すべての官庁施設や民間施設で活用可能
- ・基本設計段階からライフサイクルにわたり適用可能
- ・設計者、発注者、施設管理者、委託業務受注者など、多様な関係者が簡便に活用可能

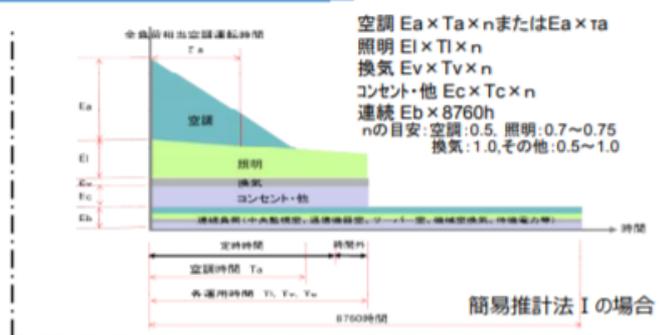
■ 簡易推計法Ⅰと簡易推計法Ⅱを開発

【簡易推計法Ⅰ】 ⇒空調、照明、換気、その他の種別毎に推計

【簡易推計法Ⅱ】※ ⇒種別毎に加え、空別、系統別、機器別に推計

※簡易推計法Ⅱとは、簡易推計法Ⅰよりも詳細に推計できるものである。算出にあたっては、WEBプログラム等の出力データの活用が有用である。(WEBプログラム:「建築物のエネルギー消費性能の向上に関する法律」(平成27年法律第53号)に係る建築物エネルギー消費性能計算プログラム)

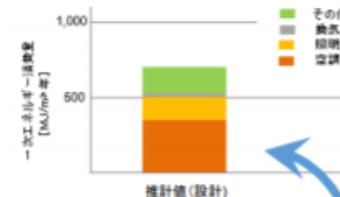
推計値の算出の考え方



簡易推計法の活用

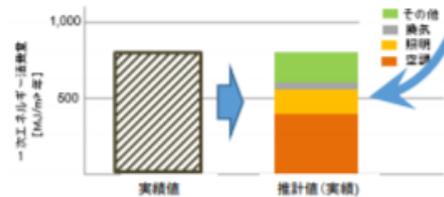
種別毎にエネルギー消費量の目標を設定

施設情報 (運用予定時間、設備機器仕様等) から推計値(設計)を算出



消費実績から種別毎の消費量を推計

施設情報 (運用実績時間、エネルギー使用量等) から種別毎の推計値(実績)を算出



推計値(設計)と推計値(実績)の比較分析 (種別毎の比較)

- ・ “我慢”ではない省エネが可能
- ・ 実態に即した省エネ計画の策定が可能
- ・ ライフサイクルにわたるエネルギーマネジメント (LCEM) の実施が可能

簡易推計法の具体的な運用のため、今後、実測データを蓄積・分析することで、本推計法の精度向上に取り組みます。

出典: 施設利用に応じた省エネが可能に! ～官庁施設のエネルギー消費量の内訳の推計法を開発～(国土交通省、2018・8・6)

<貸事務所業のベンチマーク指標>

- 建物単位で省エネポテンシャル推計ツールを用いて算出
- 建物や設備の仕様・稼働状況、省エネ対策の実施状況を入力し、現状と省エネ対策を可能な限り実施した場合のエネルギー使用量の差から、省エネポテンシャルを算出



省エネポテンシャル推計ツール

現在の省エネ対策実施状況（実績）

No	設備種別	対策内容	実施
1	空調	冷暖房温度の緩和	○
2	空調	外気導入量の制御	×
3	空調	立上り運転時間の短縮	不可
4	照明	照明の使用時間の削減	○
5	給湯	ポンプ流量・圧力調整	○
20	...		×

実施可能な対策を全て行った場合の
省エネポテンシャルを推計

実施可能な省エネ対策実施後（推計）

No	設備種別	対策内容	実施
1	空調	冷暖房温度の緩和	○
2	空調	外気導入量の制御	○
3	空調	立上り運転時間の短縮	不可
4	照明	照明の使用時間の削減	○
5	給湯	ポンプ流量・圧力調整	○
20	...		×

評価対象ビル
の省エネポテンシャル

エネルギー消費量の
実績値

省エネ対策実施後の
エネルギー消費量推計値

この差が小さいほど、
省エネ取組が進んだ
ビルと評価される

出典：工場等判断基準WG資料[資源エネルギー庁](参考資料1、2018年12月14日)

説明内容

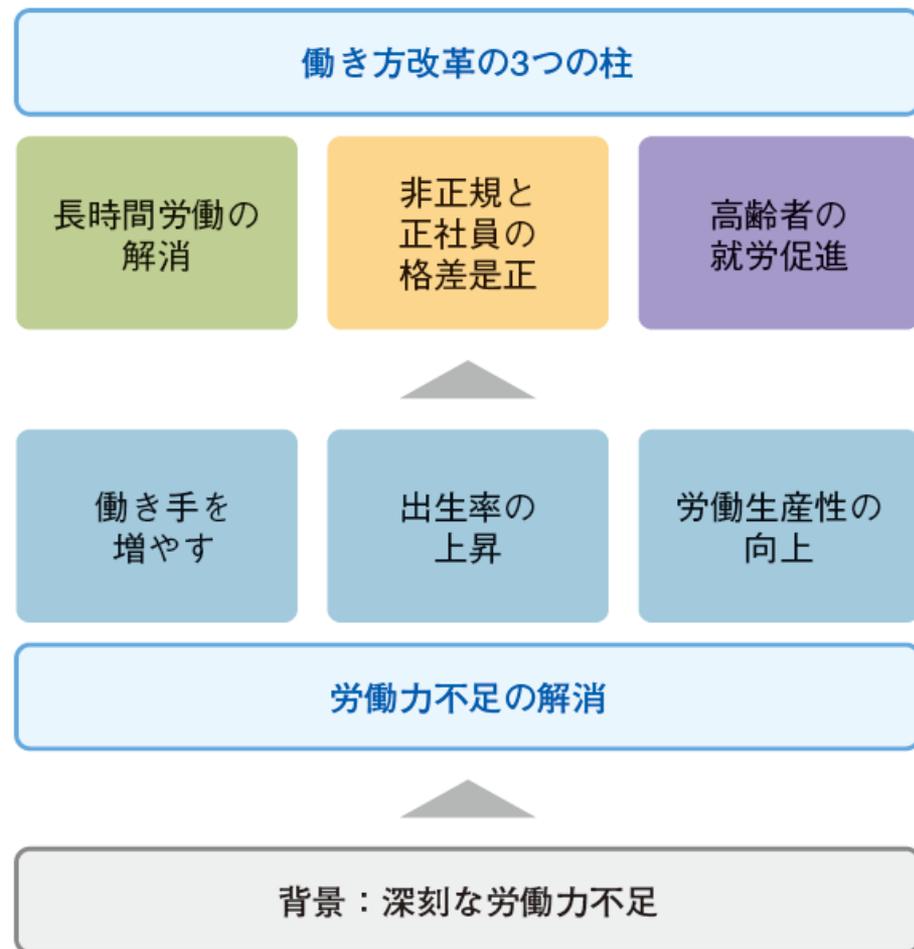
1. 温室効果ガス削減に向けた国内外の動向
2. 建築分野の省CO2推進の障壁
3. 新しい建築モデル：スマートウェルネス
4. まとめ

リテンションの観点からの健康経営の必要性

- ・深刻な労働力不足
- ・OECD(35ヶ国中)22位の労働生産性

「働き方改革」の推進

- ・「健康に、柔軟に働ける」対策
- ・「知的生産性」向上による長時間労働の解消
- ・メンタルヘルス確保



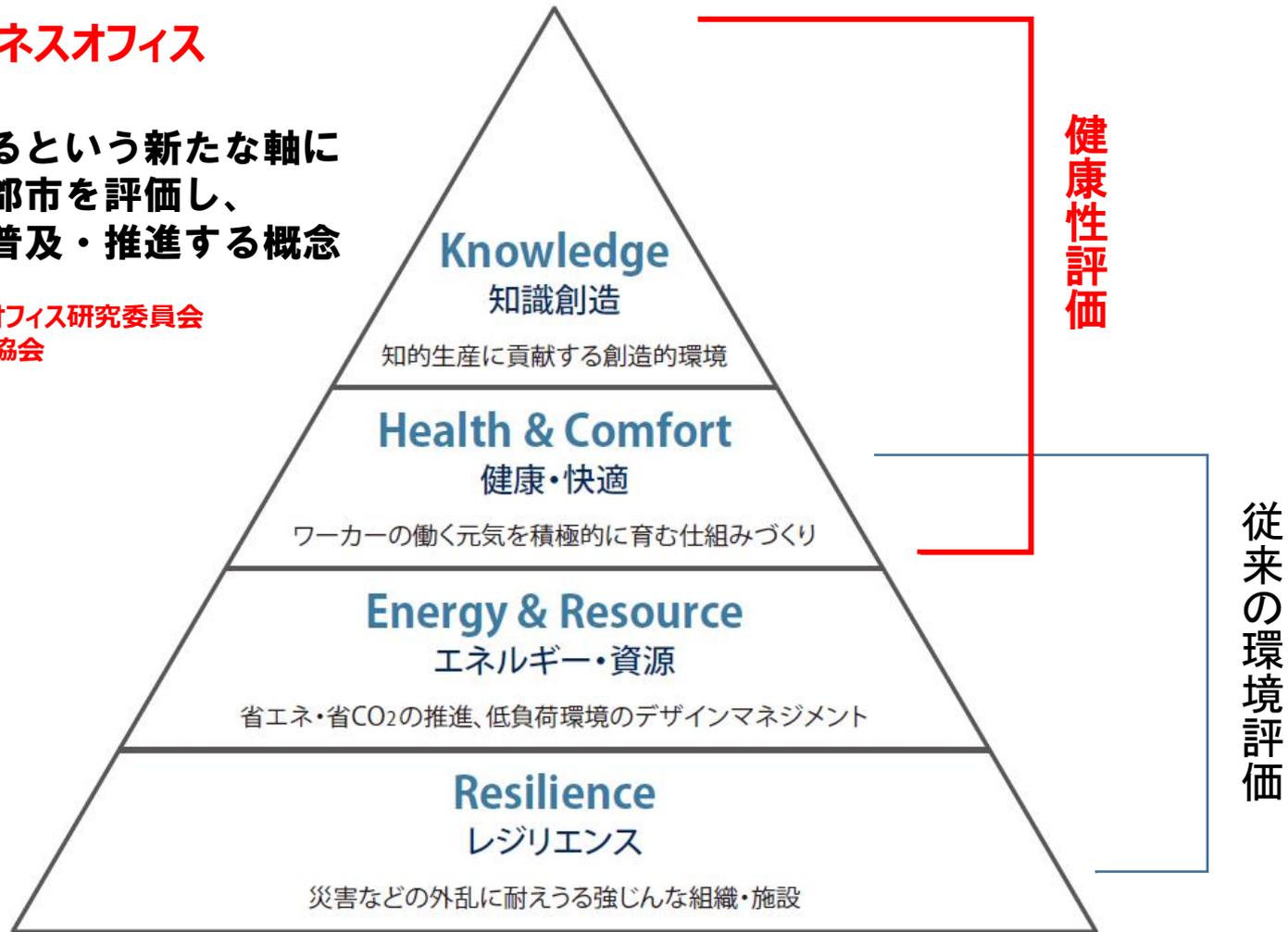
政府の「働き方改革」の概要

スマートウェルネスオフィス

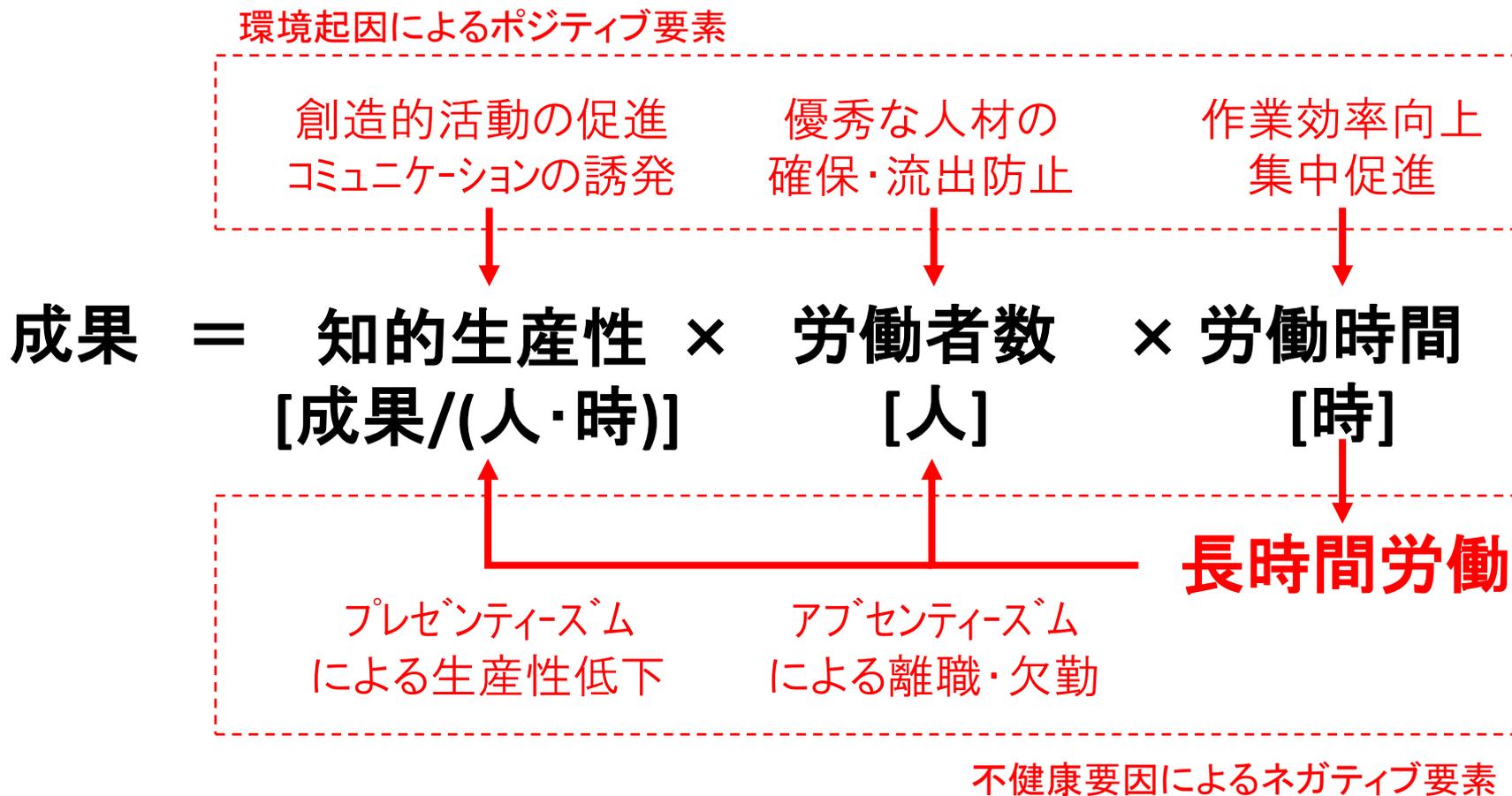
スマートウェルネスオフィス

健康を促進するという新たな軸により、建築や都市を評価し、その考え方を普及・推進する概念

Cf.スマートウェルネスオフィス研究委員会
日本サステナブル建築協会



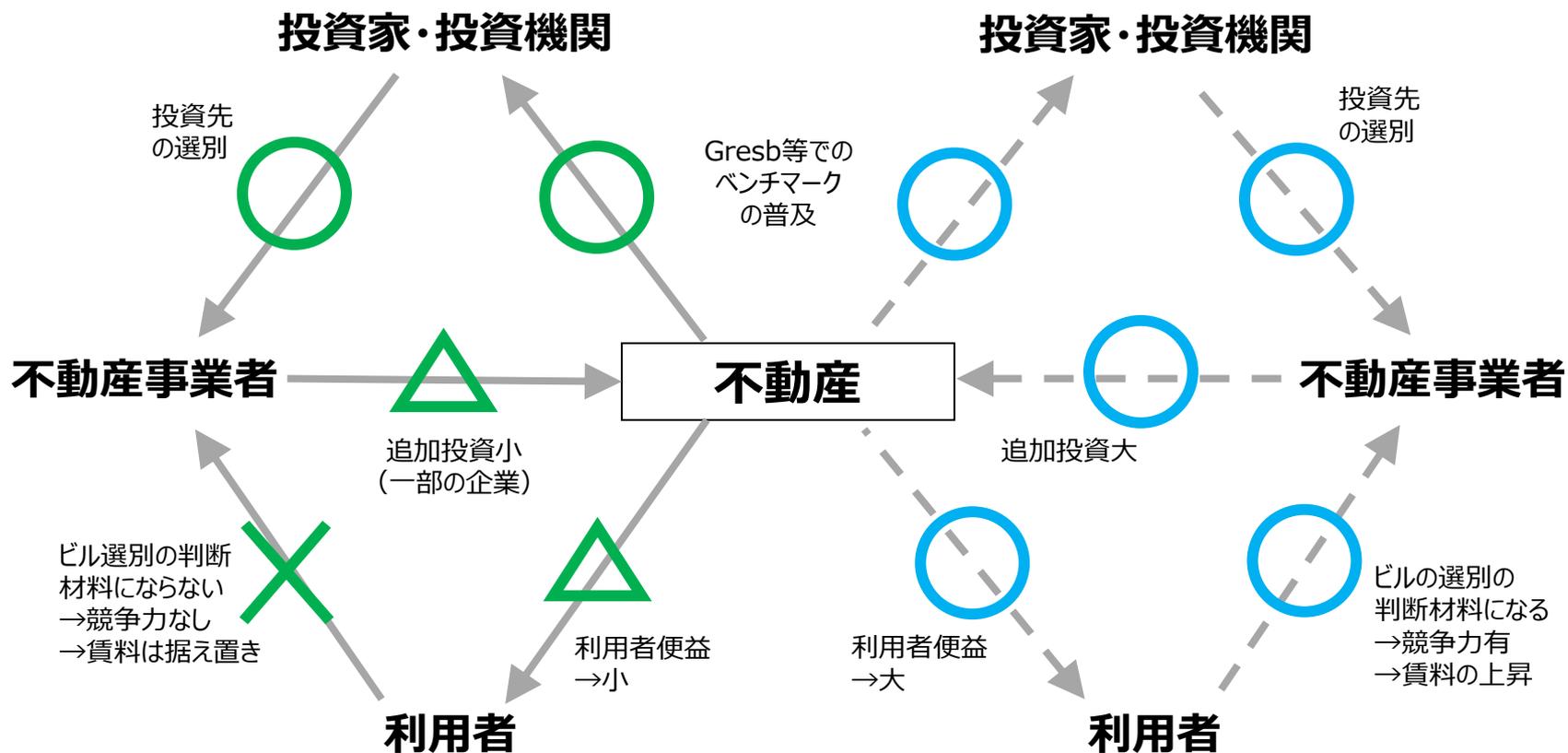
知的生産性向上は従業員を健康に導く



不動産への追加投資の原動力

環境不動産への投資

健康不動産への投資



ESG不動産投資の基盤整備(2018.3.28 国交省報道発表)

- 不動産ストックは、国民生活や経済成長を支える不可欠の基盤であり、不動産投資市場の魅力的かつ安定的成長のためには、その質的・量的な向上が喫緊の課題。
- ESG※投資原則が、欧米を中心に世界的潮流となりつつある中で、不動産分野においては、不動産そのものの環境負荷の低減だけでなく、執務環境の改善、知的生産性の向上、優秀な人材確保等の観点から、働く人の健康性、快適性等に優れた不動産への注目が高まっている。
- このため、健康性、快適性等に優れた不動産ストックの普及促進に向けて検討。

※ 「責任投資原則(PRI:Principles for Responsible Investment)」の中で、資産運用に組み込むよう推奨された環境(Environment)、社会(Society)、ガバナンス(Governance)の概念。

ESG投資の普及促進に向けた検討

ESG投資の普及促進に向けた勉強会

- 健康性、快適性等に優れた不動産ストックの普及促進に向けた意見交換・検討
- 健康性、快適性等に関する不動産の新たな認証制度のあり方の検討

ESG投資の普及促進に向けた勉強会 認証基準ワーキングチーム

- ・ 新たな認証制度のあり方に盛り込むべき評価要素の検討

健康性、快適性等の要素を「見える化」

認証制度

不動産市場への反映

- ESGに配慮した不動産に対する国内外からの投資喚起及び不動産供給の促進
 - ・ 健康性、快適性等の要素を「見える化」するような、新たな認証制度のあり方の呈示
 - ・ 健康性、快適性等の要素を、鑑定評価に反映させる仕組みの構築

不動産鑑定評価基準等

【基本的な考え方】

ESG投資の動きは今後加速していくと考えられることから、市場動向を十分観察し、不動産における健康性、快適性等の性能について鑑定評価に反映する方法を検討。

不動産鑑定評価

不動産鑑定士により、健康性・快適性等を考慮した鑑定評価

WELL

BUILDING
STANDARD®

WELL SCORECARD



Well Building Standardは、Delos社により開発された企業の健康経営度について営繕的な項目、運用の取り組みなどを評価・認証する仕組み。建物全体、テナント部等の単位で評価が可能である。



air



water



nourishment



light



fitness



comfort

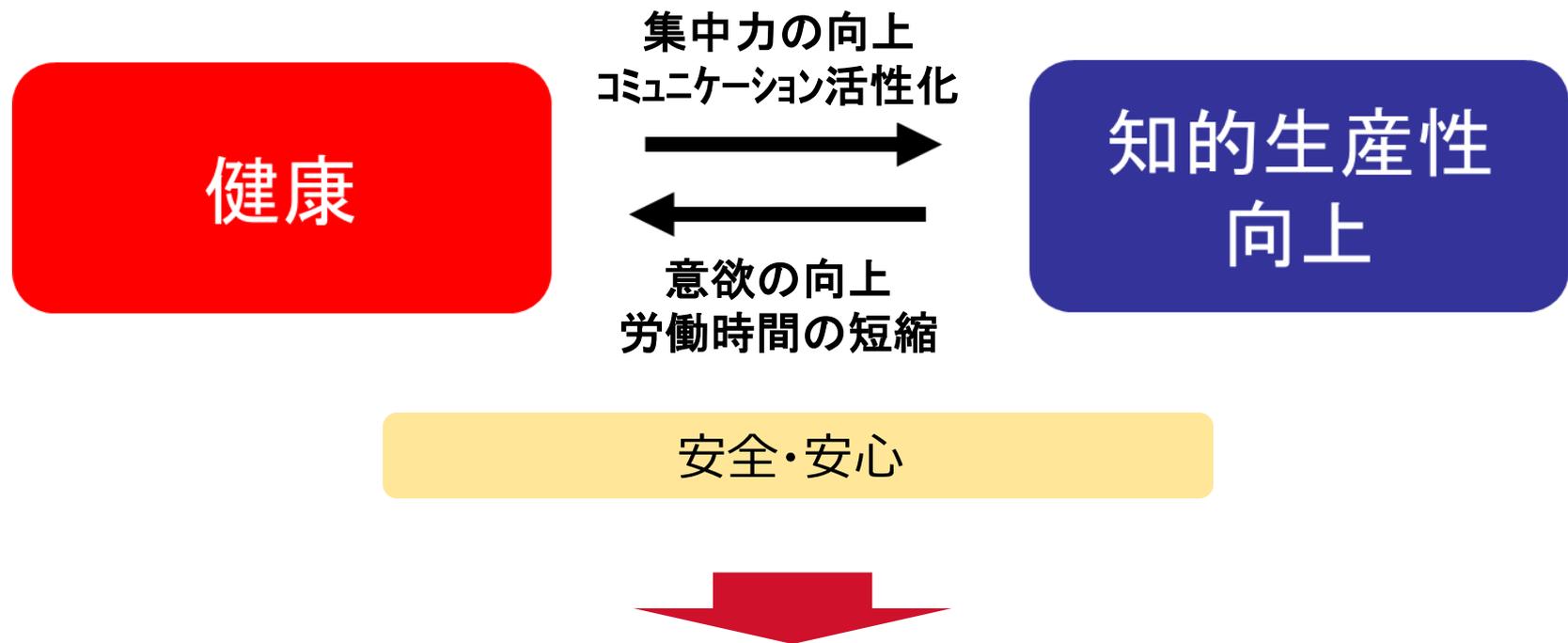


mind

Copyright© 2015 by International WELL Building Institute PBC. All rights reserved.

Well Certification Guidebook (Japanese)
<https://www.wellcertified.com/node/3497>

CASBEE-ウェルネスオフィスの開発方針



「オフィスワーカーが知的生産性向上を健康な状態で実現する」

ことを目的とした評価体系へ展開(CASBEE-Wellness Office)

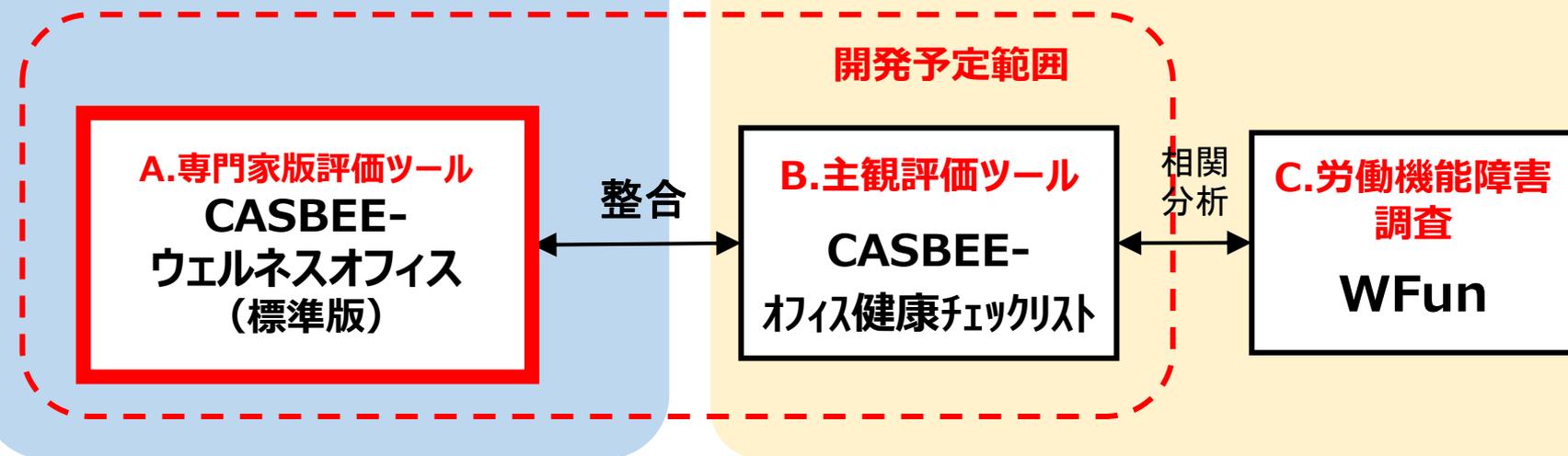
CASBEE -ウェルネスオフィスの開発構想

客観評価ツール

建築の仕様や設備の性能など、第三者が定量的に評価可能な項目により構成されるツール

主観評価ツール

執務者の満足度、健康感などを主観調査により評価するツール。物理的条件や周辺環境により実現している行動や意識を評価する。



建築・環境・設備の仕様・性能
ビル管理の品質、
執務者へのサービス提供

執務者の快適性
執務者の働き易さ

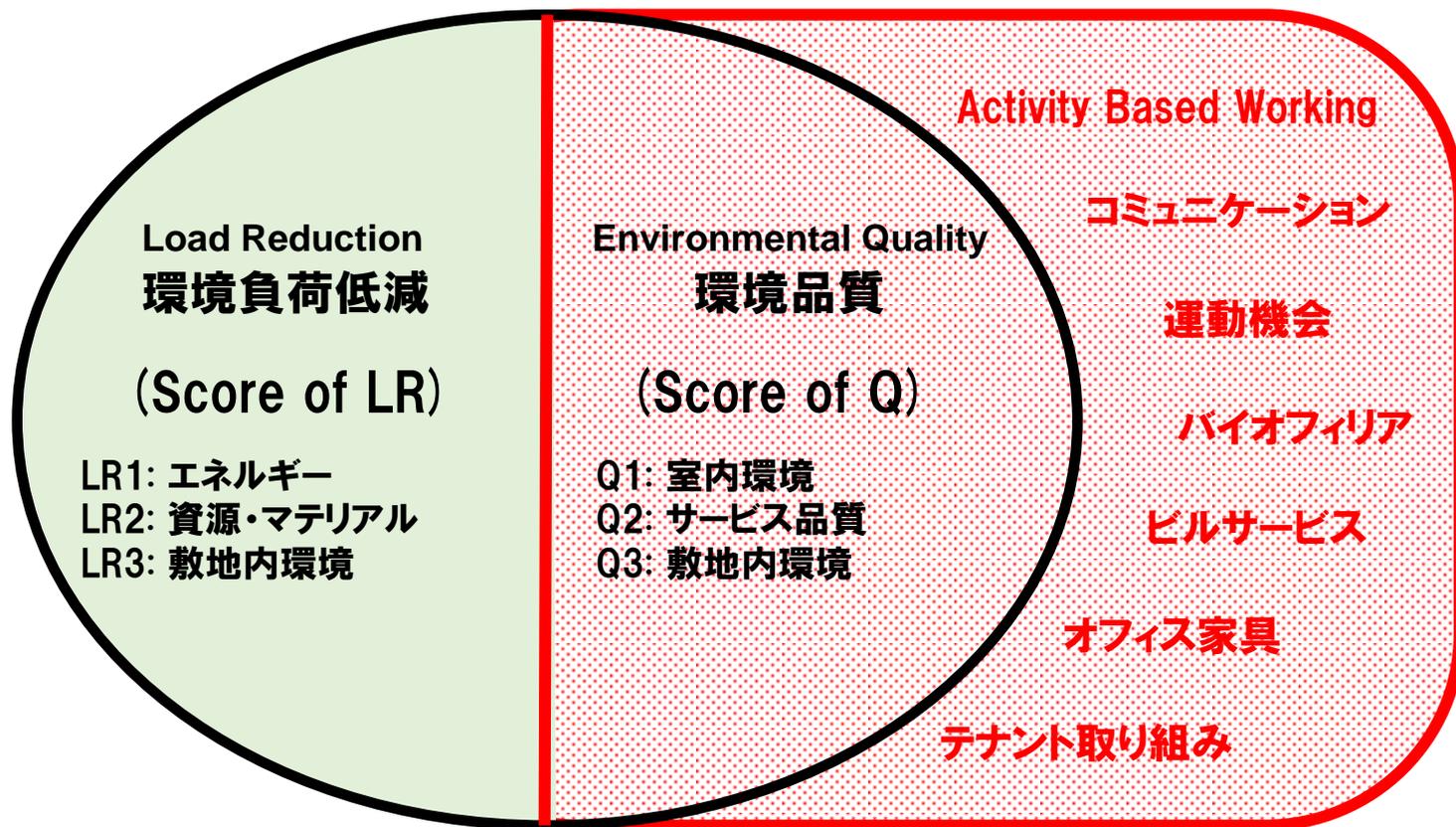
メンタルヘルス等

エビデンスベースドなツールとして開発中

CASBEE ウェルネスオフィスの評価範囲

CASBEE for Building

CASBEE-ウェルネスオフィス



Building Environmental Efficiency

$$BEE=Q/L$$

人の健康増進・知的生産性向上の
視点から従来のQ環境品質
の概念を拡張

ビル入居組織のコスト感覚（3）

健康 & 生産性向上ビル

- 「1%」のエネルギーがオーナーやテナントの関心事なのか？

Energy costs	0% 5,400円 ±0円	Rental costs	10%増 64,697円 +6,000円	Staff costs	5%向上 602,000円 -30,000円
--------------	---------------------	--------------	----------------------------	-------------	------------------------------

エネルギーコスト（1人当たり月額） 5,400円

* $1,613\text{MJ/m}^2 \cdot \text{年} \times 1.92\text{円/MJ} \div 0.6$ （レンタル比） $\times 3.3 \times 3.8\text{坪}$ （1人当り面積） $\div 12$ か月 マネジメントコスト含まず

ザイマックス総研「オフィスビルエネルギー消費量及びコスト調査(2016年12月まで)」

賃料（1人当たり月額） 64,697円

* ザイマックス総研「1人あたりオフィス面積調査（2016年）」

人件費（月額） 602,000円

* 平成28年賃金構造基本統計調査の東京（男女）の平均給与額に、

福利厚生費調査（経団連2013年）の現金給与に対する法定・法定外福利厚生費の割合19.3%を加えた額

東京	年齢	勤続年数	所定内実労働時間数	超過実労働時間数	きまって支給する現金給与額	年間賞与その他特別給与額
	歳	年	時間	時間	千円	千円
男女計	41.4	11.7	160	13	403.4	1219.1
男	42.8	13.2	161	14	445.3	1428.7
女	38.6	8.9	159	10	320.4	803.6

出所：平成28年賃金構造基本統計調査(都道府県別第1表10人以上)

ビル入居組織のコスト感覚（４）

健康 & 生産性向上 & ZEBビル
(スマートウェルネスオフィス)

「1%」のエネルギーがオーナーやテナントの関心事なのか？

Energy costs	50% 5,400円 -2,700円	Rental costs	15%増 64,697円 +9,000円	Staff costs	5%向上 602,000円 -30,000円
--------------	--------------------------	--------------	----------------------------	-------------	------------------------------

エネルギーコスト（1人当たり月額） 5,400円

* $1,613\text{MJ/m}^2 \cdot \text{年} \times 1.92\text{円/MJ} \div 0.6$ (レントブル比) $\times 3.3 \times 3.8\text{坪}$ (1人当り面積) $\div 12$ か月 マネジメントコスト含まず
 ザイマックス総研「オフィスビルエネルギー消費量及びコスト調査(2016年12月まで)」

賃料（1人当たり月額） 64,697円

* ザイマックス総研「1人あたりオフィス面積調査（2016年）」

人件費（月額） 602,000円

* 平成28年賃金構造基本統計調査の東京（男女）の平均給与額に、
 福利厚生費調査（経団連2013年）の現金給与に対する法定・法定外福利厚生費の割合19.3%を加えた額

東京	年齢	勤続年数	所定内実労働時間数	超過実労働時間数	きまって支給する現金給与額	年間賞与その他特別給与額
	歳	年	時間	時間	千円	千円
男女計	41.4	11.7	160	13	403.4	1219.1
男	42.8	13.2	161	14	445.3	1428.7
女	38.6	8.9	159	10	320.4	803.6

出所：平成28年賃金構造基本統計調査(都道府県別第1表10人以上)

説明内容

1. 温室効果ガス削減に向けた国内外の動向
2. 建築分野の省CO2推進の障壁
3. 新しい建築モデル：スマートウェルネス
4. まとめ

まとめ

- ◆エネルギー管理の技術、ノウハウは既に蓄積されている。後は人(技術者)、物(計量計測)、金(ビジネス)のリソースをどう確保・成立させるか
- ◆建築分野の環境対応を加速させるには市場原理に即した意識付け、情報整備、制度構築が必要。
- ◆スマートウェルネスの考え方には抜け道がある。それを正すのは、市民・消費者の環境配慮に対する社会的責任行動、意識付けが重要

ご清聴ありがとうございました。

Thank you very much for your attention!