

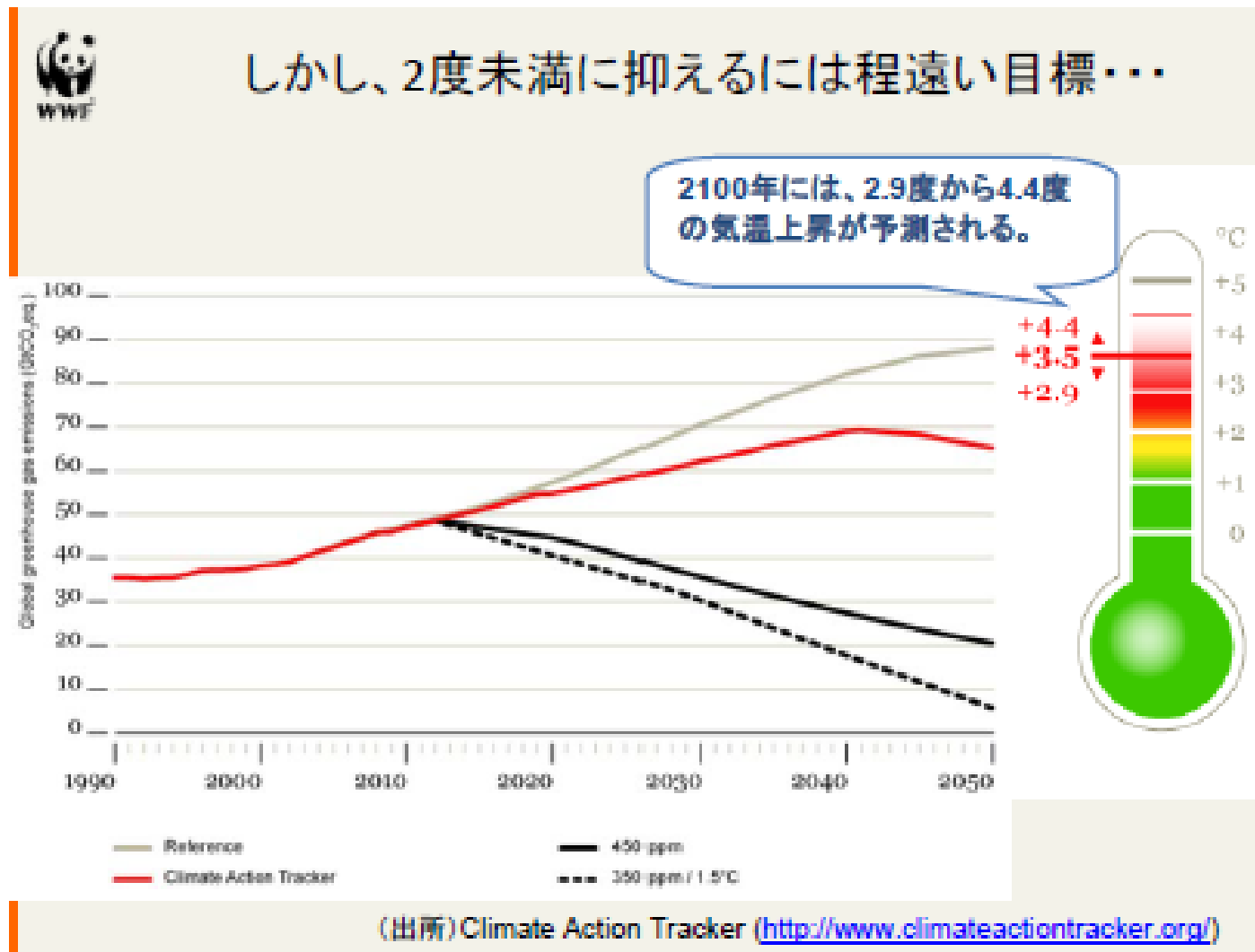
次世代の公共建築が目指すもの

—低炭素建築の実現に向けての基本戦略—

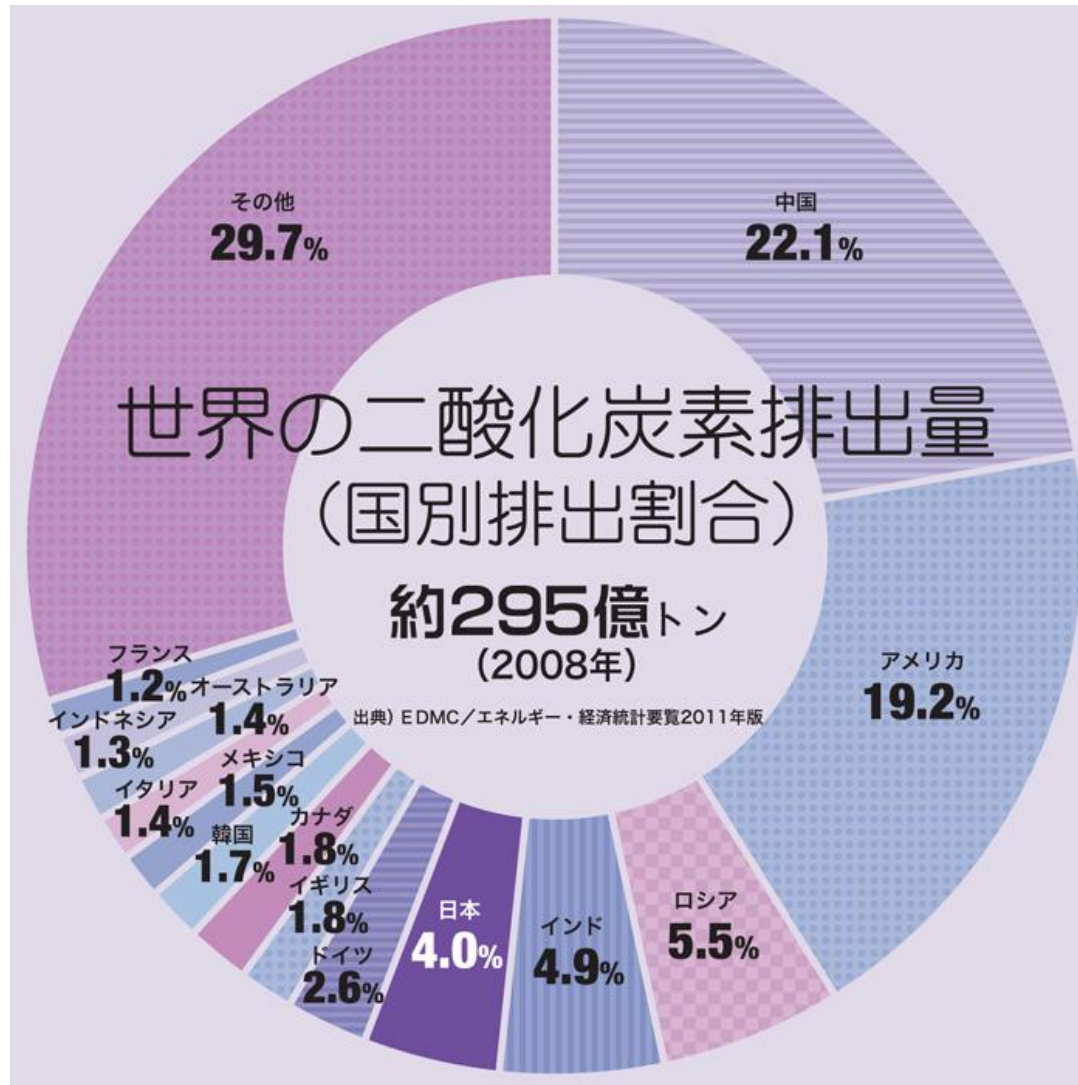
(社)公共建築協会

時 田 繁

カンクン合意では産業化以前からの気温上昇2度以内におさえることを呼びかけ



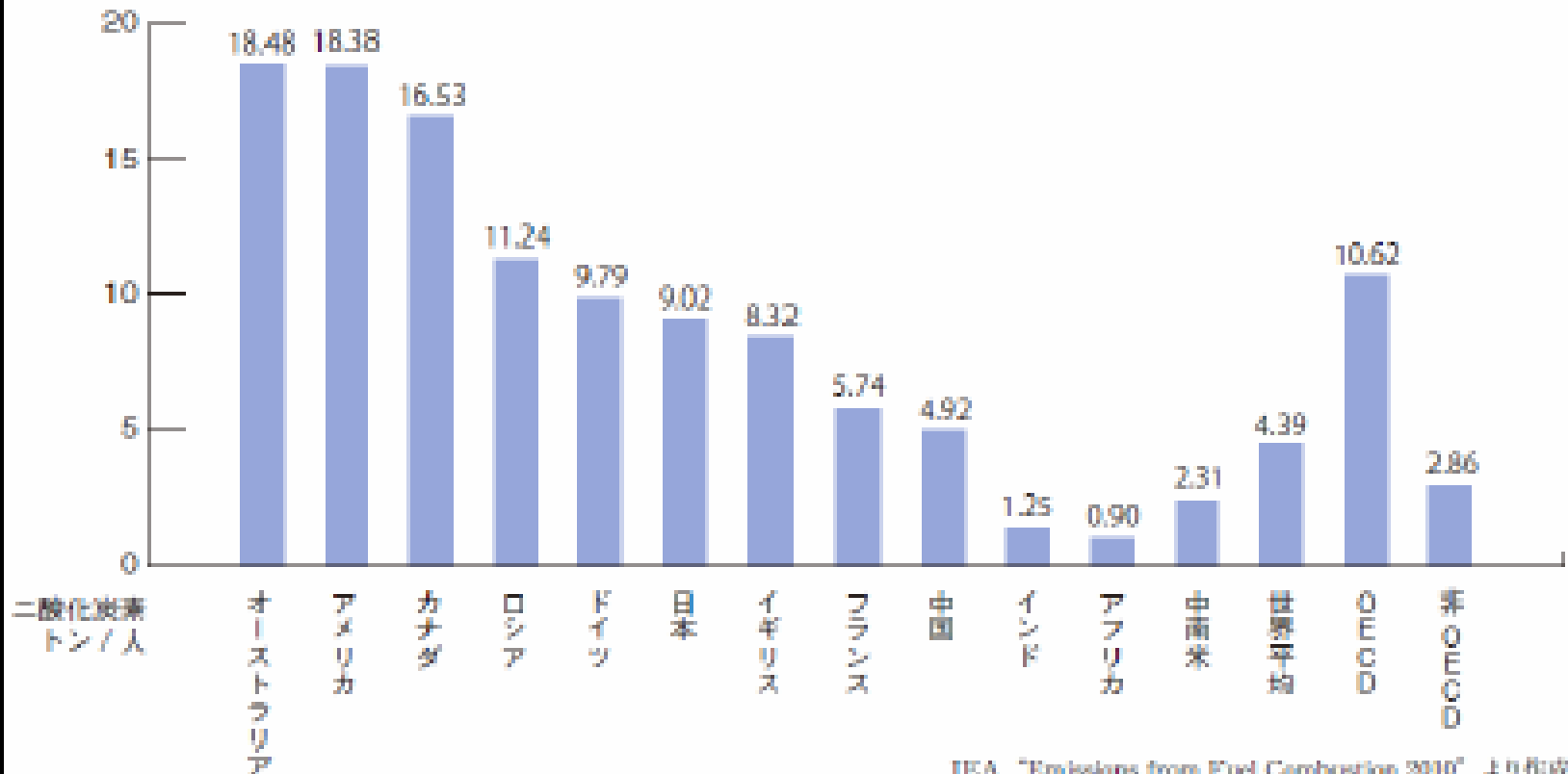
世界の二酸化炭素排出量



世界の1人当たりのCO2排出量

一人当たりになるとどこの国が多い？

世界の1人当たりのCO₂排出量 (2008年)



IEA, "Emissions from Fuel Combustion 2010" より作成

■2008年7月 洞爺湖サミットの開催 全世界での温室効果ガスを2050年までに半減させる長期目標が合意

■2009年7月 イタリア・ラクイラサミット開催 先進国全体で2050年までに温室効果ガスを80%削減することが提案

■2011年12月 COP17(南アフリカ・ダーバン)

・議定書の延長期間である「第2約束期間」は13～17年と新たな枠組みが発効する20年までとする案が両論併記

・日本は延長期間に参加せず、削減義務は負わない

(世界の主要国である米国と中国が参加していないため、世界の排出量の約30%しかカバーしていない)

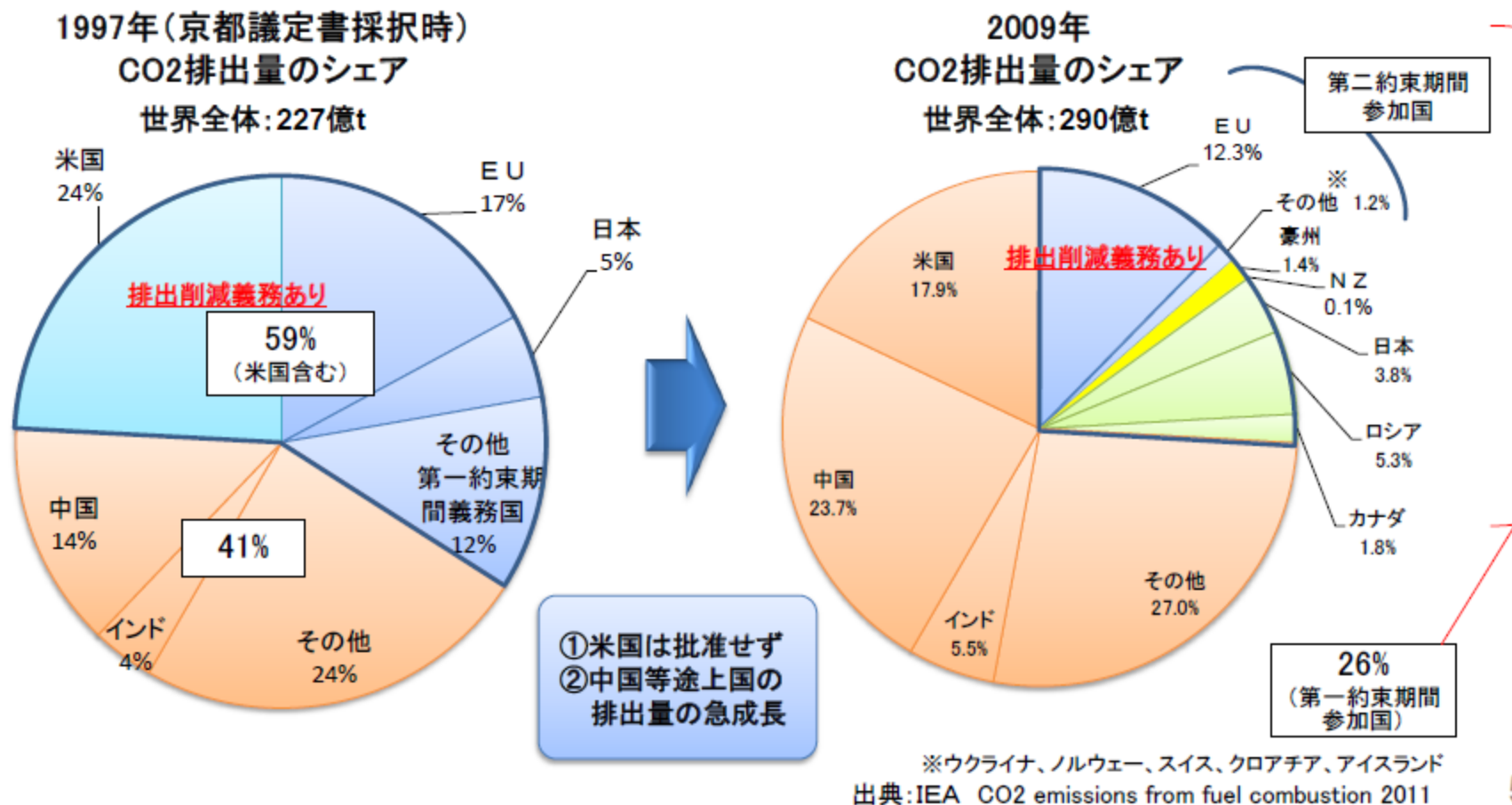
COP18(カタール)京都議定書改定案を採択予定



低炭素社会の実現？

ポスト京都の将来枠組みに向けた国際交渉①（各国の排出量シェア推移）

- 京都議定書の合意時は、世界のCO2排出量の59%をカバー。
- 2009年時点で、京都議定書第一約束期間の参加国のシェアは26%。
 → 2013年以降、米中印が入った国際枠組みを構築することが最大の論点に
- COP17の結果を踏まえると、京都議定書第二約束期間の参加国は全体の15%以下（後述）。



各国のポジション

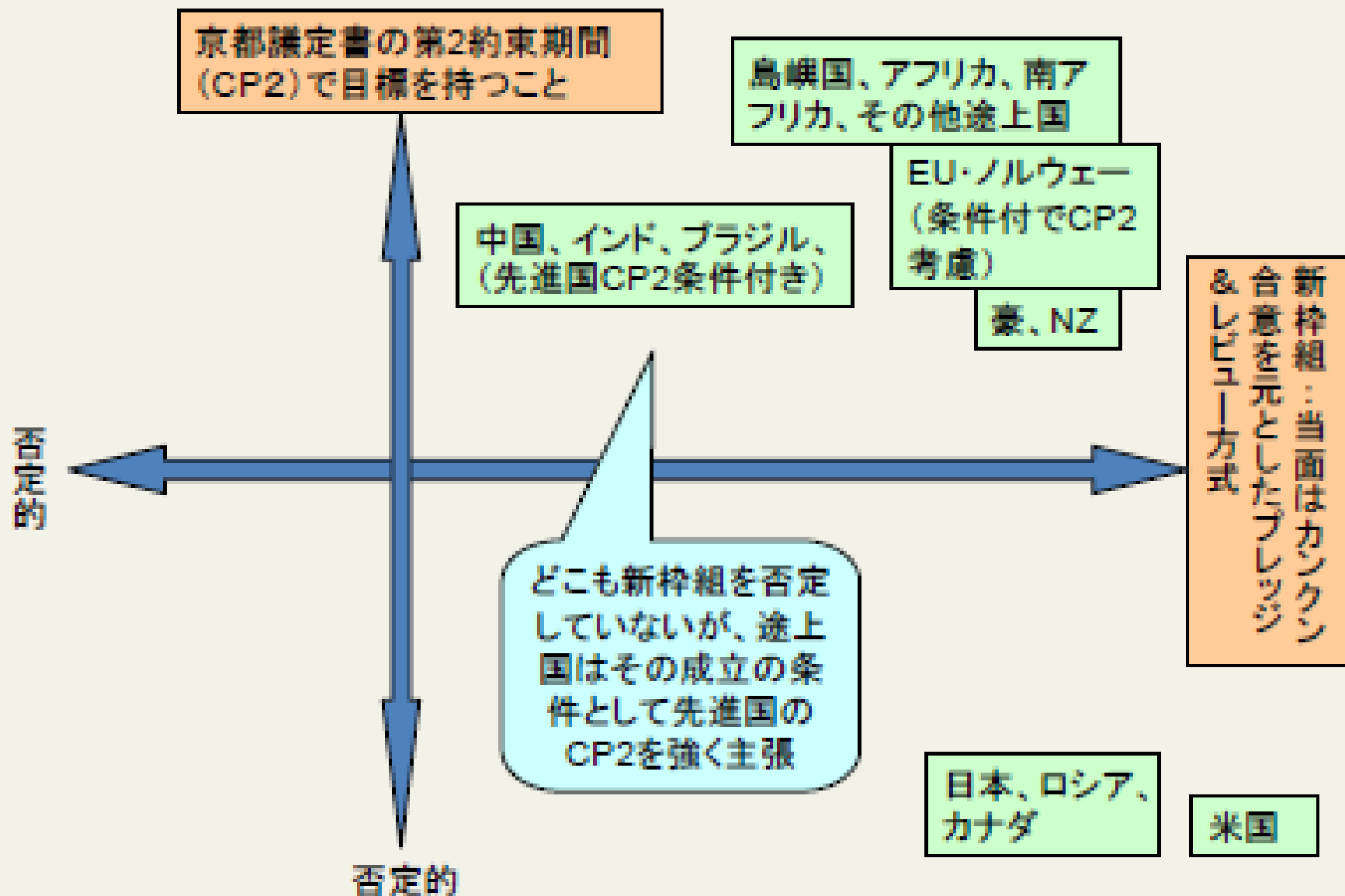


表 主要国の発電電力量構成比(%、2008) [出所：IEA]

国	石炭	石油	天然ガス	原子力	水力	その他
日本	26.8	13.0	26.3	24.0	7.1	2.8
アメリカ	49.1	1.3	21.0	19.3	5.9	3.4
中国	78.9	0.7	1.2	2.0	16.7	0.4
インド	68.6	4.1	9.9	1.8	13.8	1.9
ロシア	18.9	1.6	47.6	15.7	15.9	0.3
ドイツ	46.1	1.5	13.9	23.5	3.3	11.8
フランス	4.8	1.0	3.8	77.1	11.2	2.1
ブラジル	2.7	3.8	6.3	3.0	79.8	4.5
世界計	40.9	5.5	21.3	13.5	15.9	2.8

2030年へ向けての基本方針

国際公共政策学会講演会「エネルギー政策と電力改革」橘川武郎（一橋大学大学院商学研究科教授）

- ・ 2030年のエネルギー・ミックスを考える時には、原子力発電を独立変数にすべきではない。
- ・ 独立変数は、
 - ① 再生可能エネルギーの拡充の速さ
 - ② 省エネルギーの深耕による節電の度合い
 - ③ 石炭火力のゼロエミッション化の進展具合
- ・ 引き算で原子力のウェイトを決めるべき

京都議定書の第一約束期間の目標達成

今般、京都議定書の第一約束期間(2008～2012年度)の最終年度を来年に控え、当該期間の目標達成に向けて、京都議定書目標達成計画(改定版)に定める進捗管理の方法を踏まえ、本計画に掲げられた対策・施策の点検作業を行い、地球温暖化対策推進本部として取りまとめた。具体的には、全体で188件の対策のうち、各対策・施策の排出削減量及び目標達成計画に掲げられた対策評価指標について、目標達成計画策定時の見込みに照らした実績のトレンド等の評価は以下のとおり

- | | |
|------------------------------|-----|
| (1) 目標達成又は実績のトレンドが見込みを上回っている | 64件 |
| (2) 実績のトレンドが概ね見込みどおり | 73件 |
| (3) 実績のトレンドが計画策定時の見込みと比べて低い | 31件 |
| (4) その他(定量的なデータが得られないものなど) | 20件 |

京都議定書の目標達成は予断を許さない状況にある。

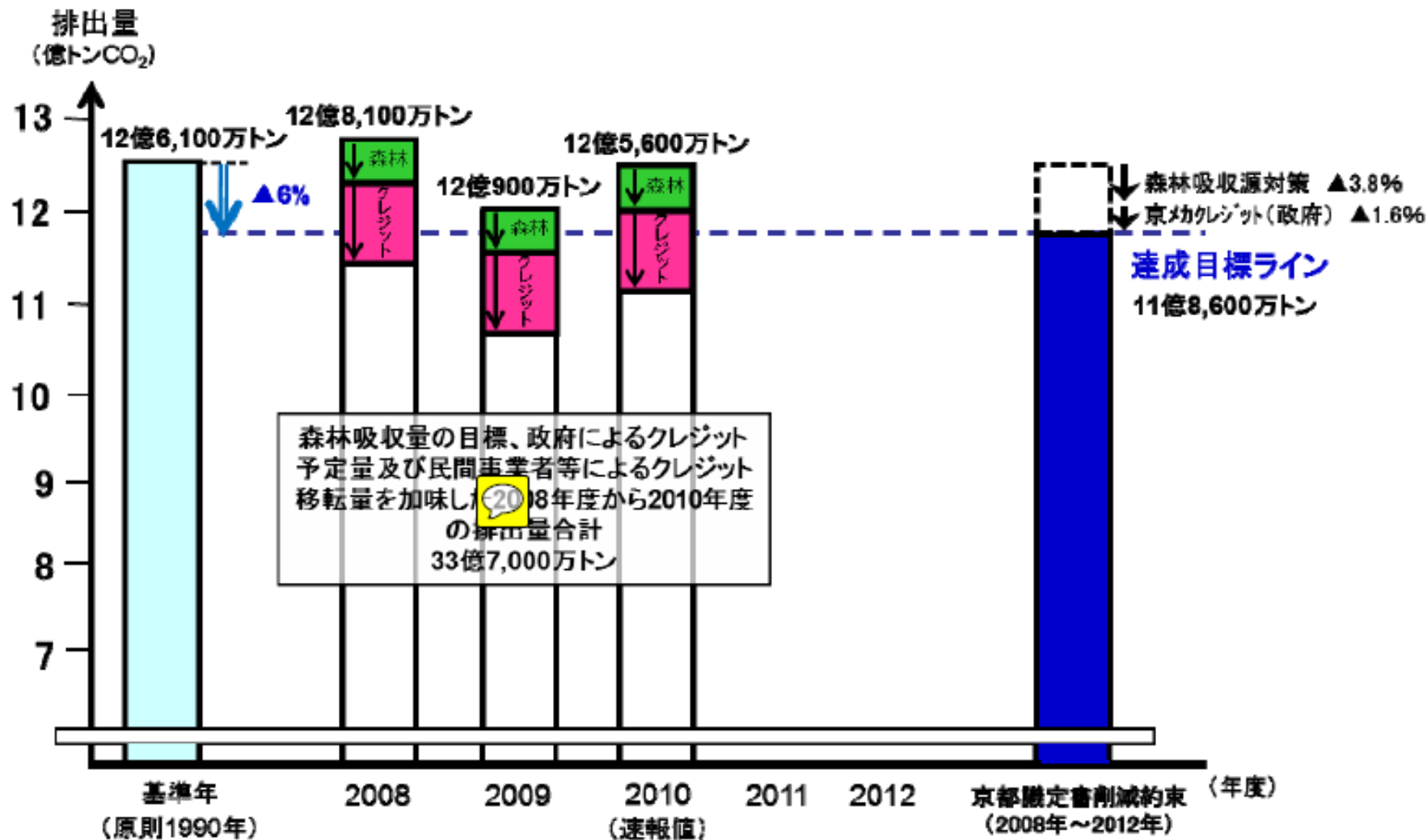
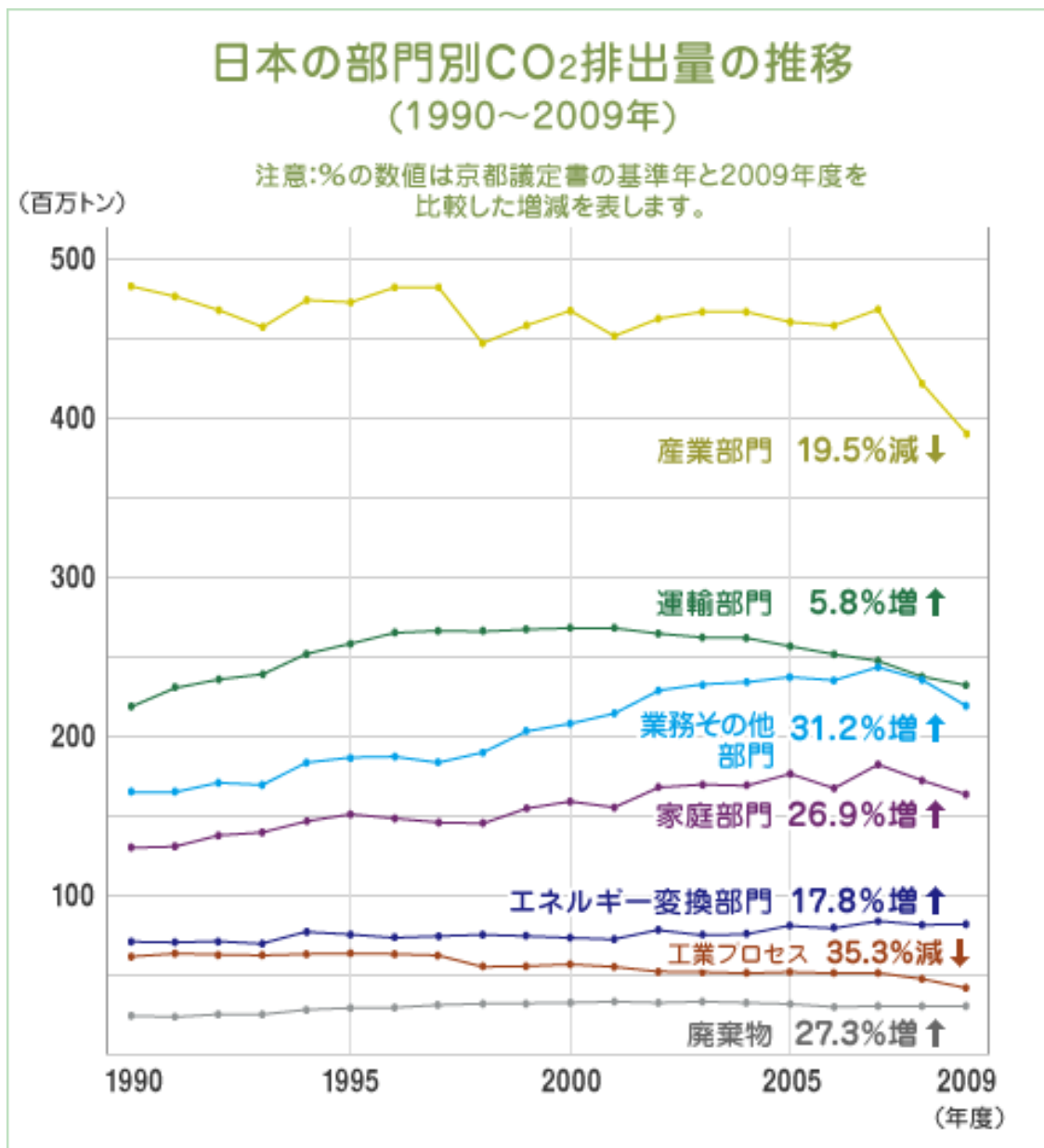


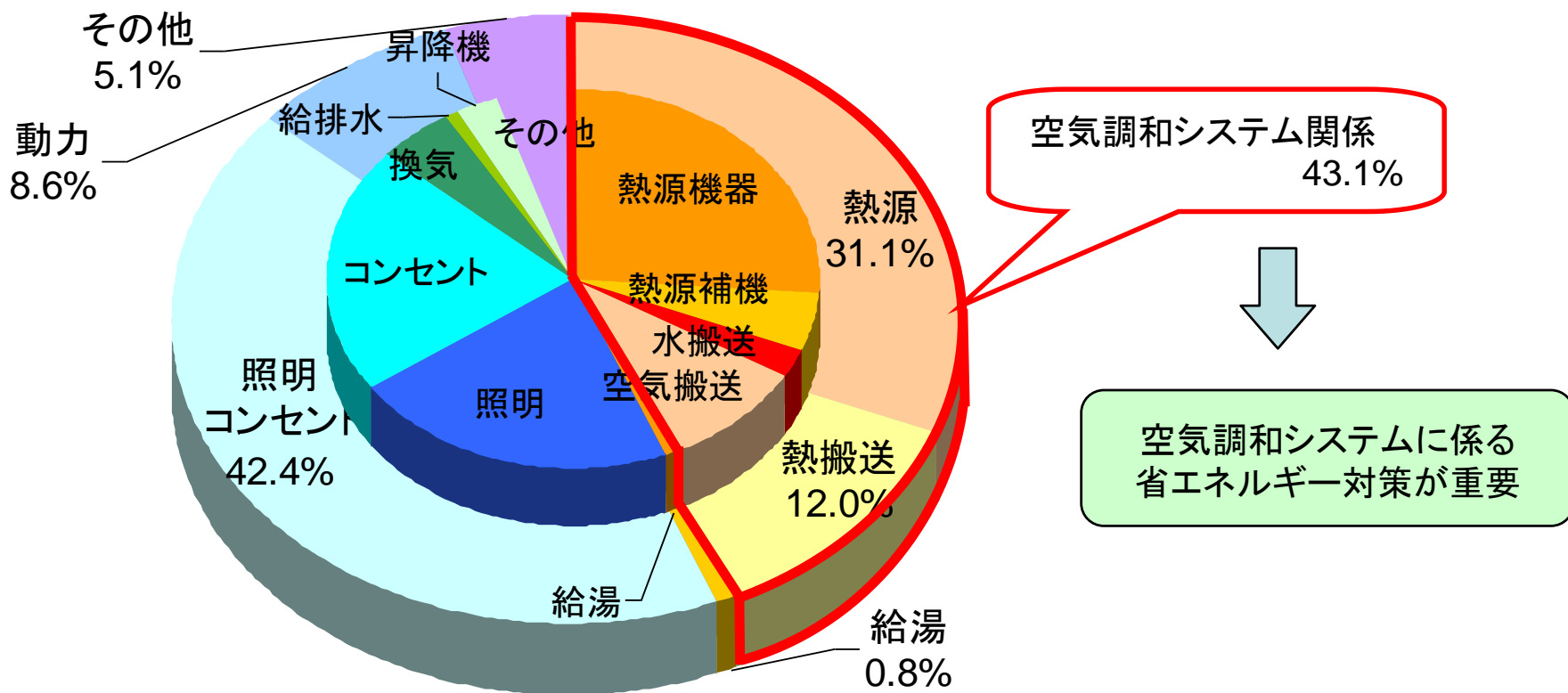
図1 我が国の温室効果ガス排出量の推移

最終エネルギー消費の推移



(出典:エネルギー白書2009)

事務所ビルにおけるエネルギー消費割合



(出典(財)省エネルギーセンター)

1. 昨夏の節電対策の定量的評価

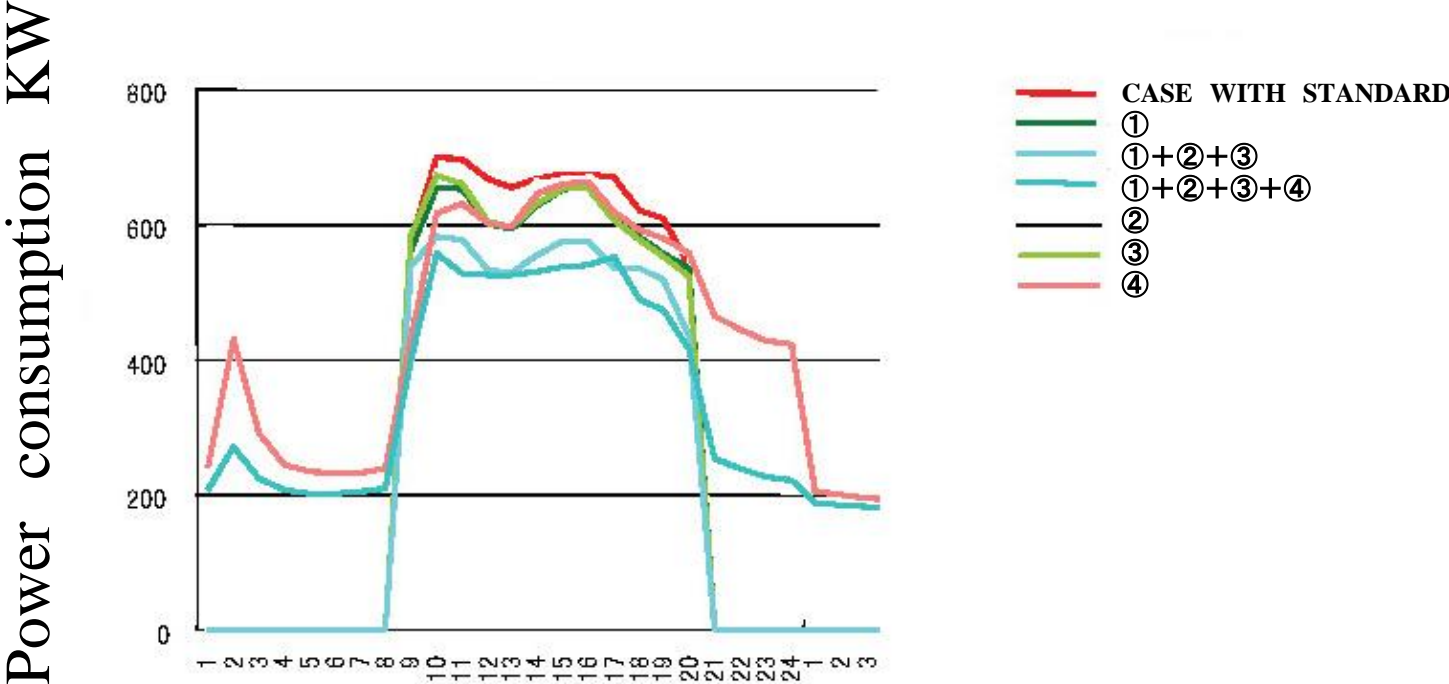
Simulation of effect of power saving measures with LCEM tool

Effect of measures on building side used Amedasu standard year's meteorological data (7/18)

Outline of building

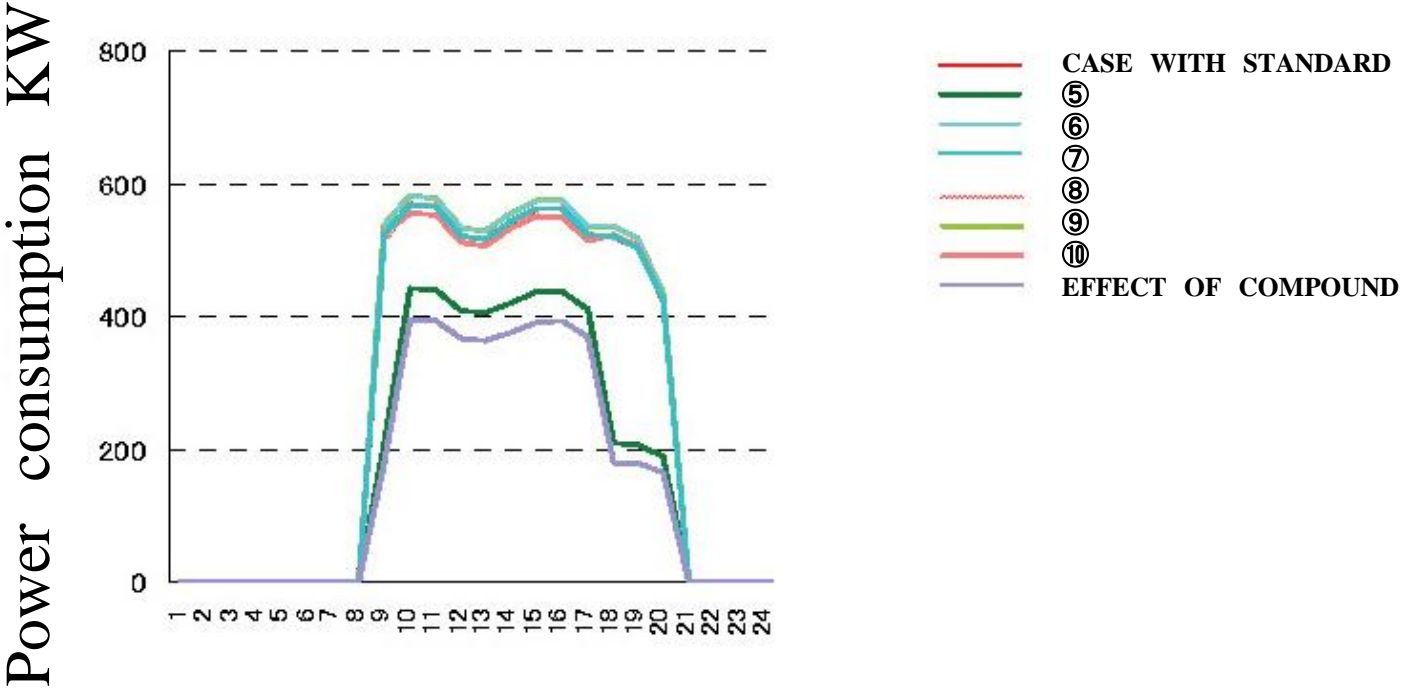
Address: Tokyo Usage: Office Total floor space: 60,000m²

Number of stories: The 40th floor on the ground



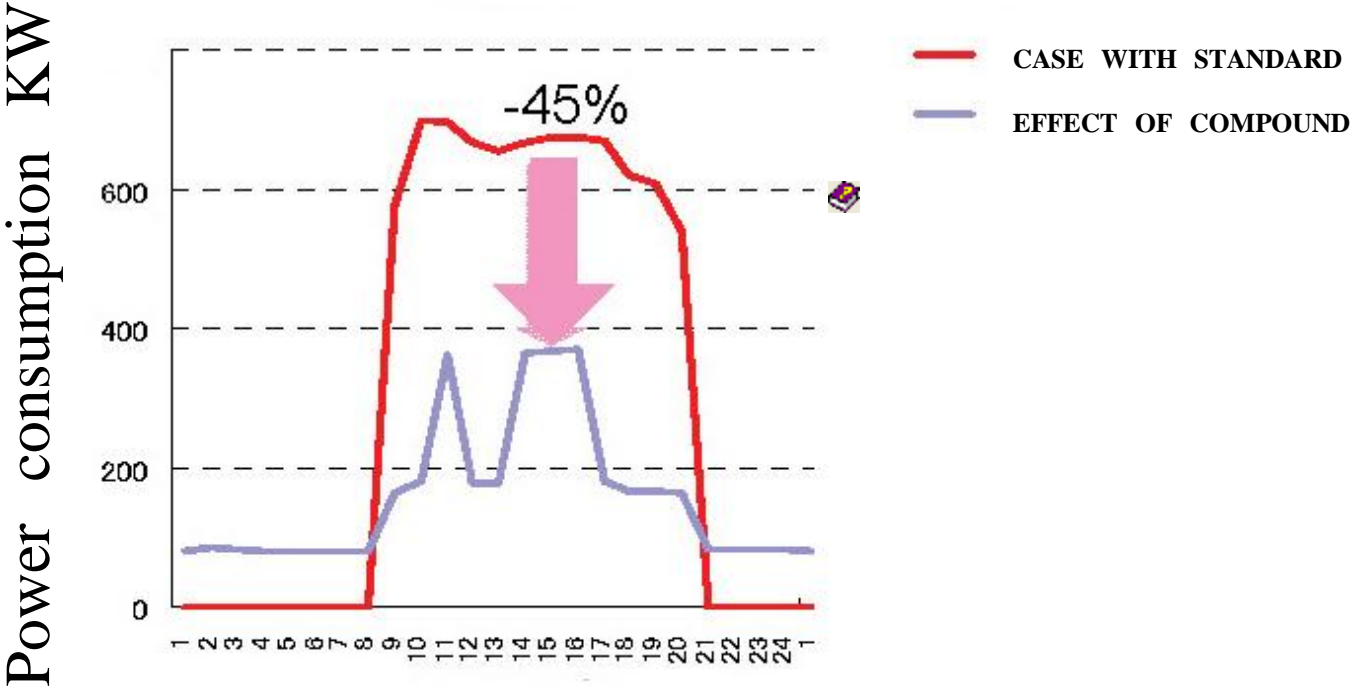
Simulation of effect of power saving measures with LCEM tool

Effect of measures on system side used Amedasu standard year's meteorological data (7/18)



Simulation of effect of power saving measures with LCEM tool

Effect of compound used Amedasu standard year's meteorological data (7/18)



We have understood the reduction of the electric power use of 45% becomes possible by the simulation with the LCEM tool compared with the standard year if the following measures are considered.

- ① Mitigating of the indoor preset temperature
- ② Mitigating of the indoor illumination
- ③ Reduction in amount of air introduction
- ④ Continuous air-conditioning
- ⑤ The base drives the heat source of non-electricity
- ⑥ Making of setting of temperature of cooling water low temperature
- ⑦ Execution of maintenance of Chiller and cooling tower
- ⑧ Raise the exit temperature of the Chiller
- ⑨ Decrease of number of operating steps of heat sources
- ⑩ Decrease of flowing quantity and pressure of cold water and cooling water


2. 低炭素建築を実現するための基本戦略

1) 建築物のCO₂排出構造を知る

建築物に起因するCO2排出構造 (松縄堅)

図は建築物に起因するCO2排出量を数式展開

$$CO_2 \text{ 排出量} = \text{二次 E 消費量} \times \frac{\text{一次 E 消費量}}{\text{二次 E 消費量}} \times \frac{CO_2 \text{ 排出量}}{\text{一次 E 消費量}}$$



需要者の省エネ (需要者の省CO₂) 供給者の省エネ 供給者の省CO₂

図より、基本戦略は次の二つに要約できる

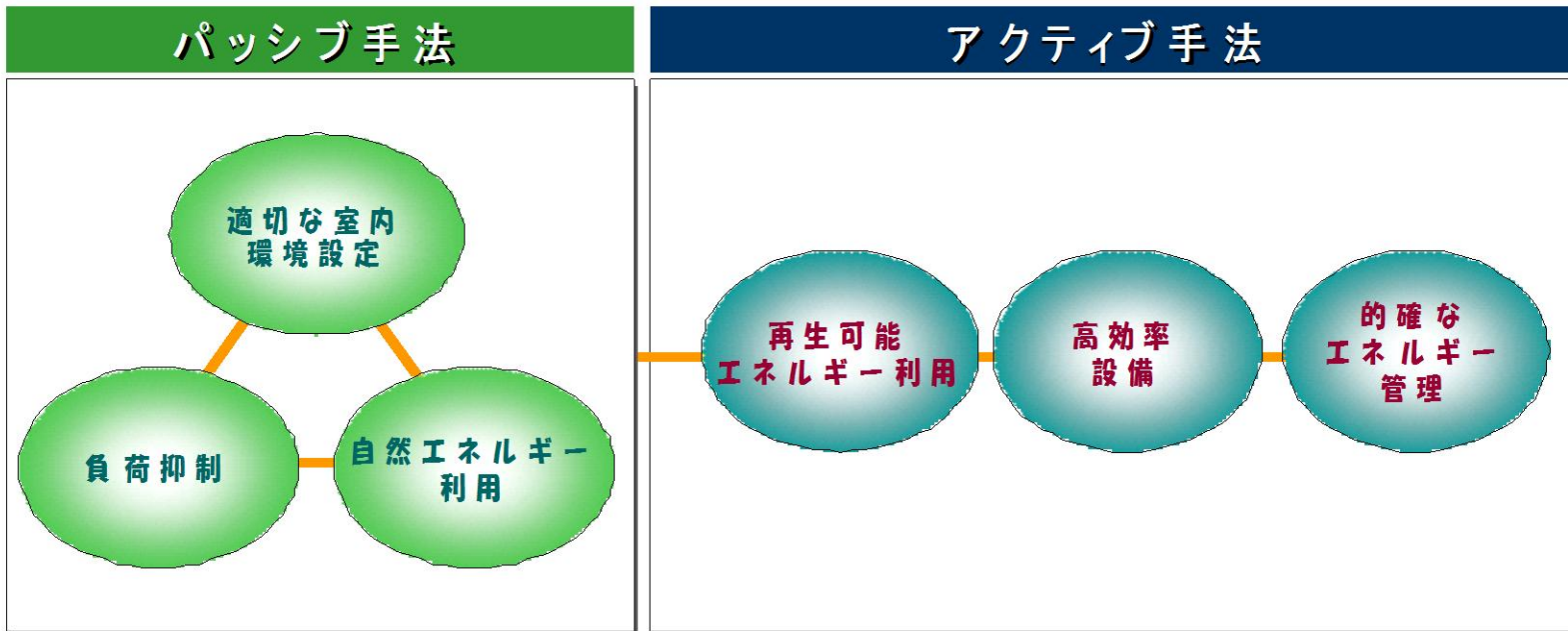
- 第一は、エネルギー需要側(建築サイド)の省エネと省CO₂
- 第二は、エネルギー供給側の省エネと省CO₂

2. 低炭素建築を実現するための基本戦略

2) 建築における低炭素化の基本戦略

低炭素建築実現のための基本的考え方 (松縄堅)

図は低炭素建築実現のための基本的考え方を示す



■戦略の第一は、パッシブ手法により省エネに努める

・建築的工夫により、化石エネルギー以外の範囲を拡大

- ①冷暖房温度、照度等の過剰な設定の回避
- ②日射遮蔽や断熱により設備機器のかかる負荷を抑制
- ③自然通風や自然採光により良好な室内環境を創出

■戦略の第二は、アクティブ手法による省エネと低炭素

・パッシブ手法による省エネを徹底しても、かなりの部分を化石エネルギーへ依存

・設備システムの更なる省エネ・低炭素化が必要

- ④太陽光発電などの再生可能エネルギーを導入
- ⑤高効率システム・機器の採用、効率が2倍になればCO₂排出量は1/2
- ⑥エネルギー管理の徹底 → エネルギー浪費の防止

2. 低炭素建築を実現するための基本戦略

3) ライフサイクル管理の徹底による低炭素建築の実現

ライフサイクルを通じてのLCEMの主な管理活動

①企画段階

- ・エネルギー消費量(CO2排出量)の目標値を設定

②設計段階

- ・目標値を満足するシステムを選択・設計の上、発注仕様を作成

③施工段階

- ・発注仕様を満足する機器を選択し、システムの期間性能を確認
- ・試運転を通じて、機器やサブシステムの期間性能を確認
- ・検収に当たって、機器やサブシステムの期間性能を確認

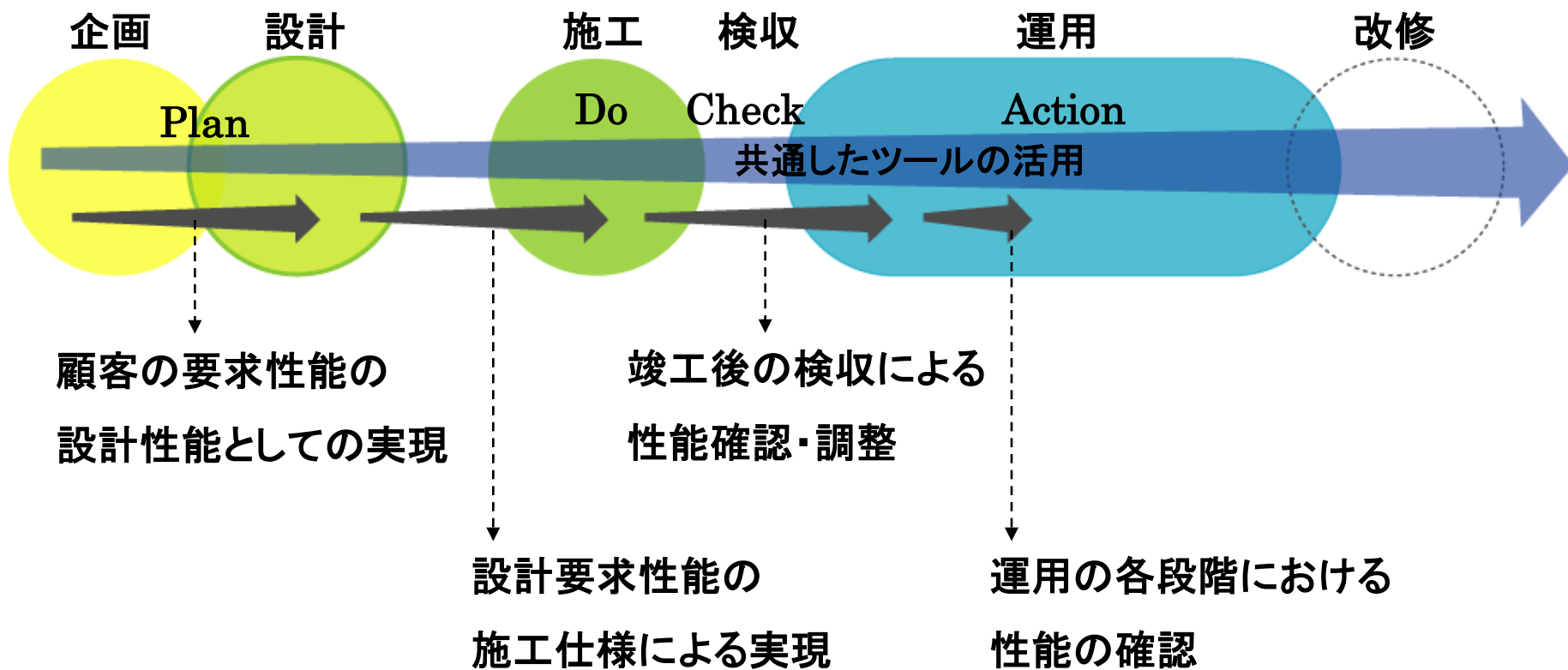
④運転段階

- ・運転実績値をもとに目標値を達成できているか否かを確認

(必要に応じて、運転改善等)

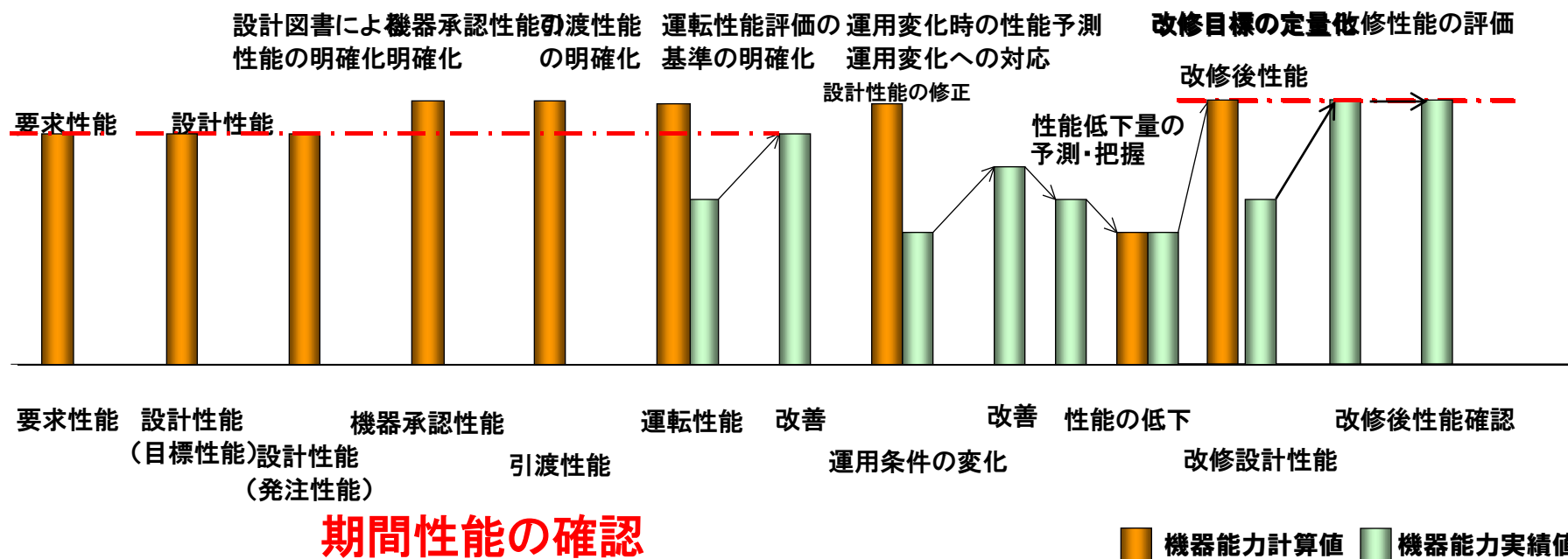
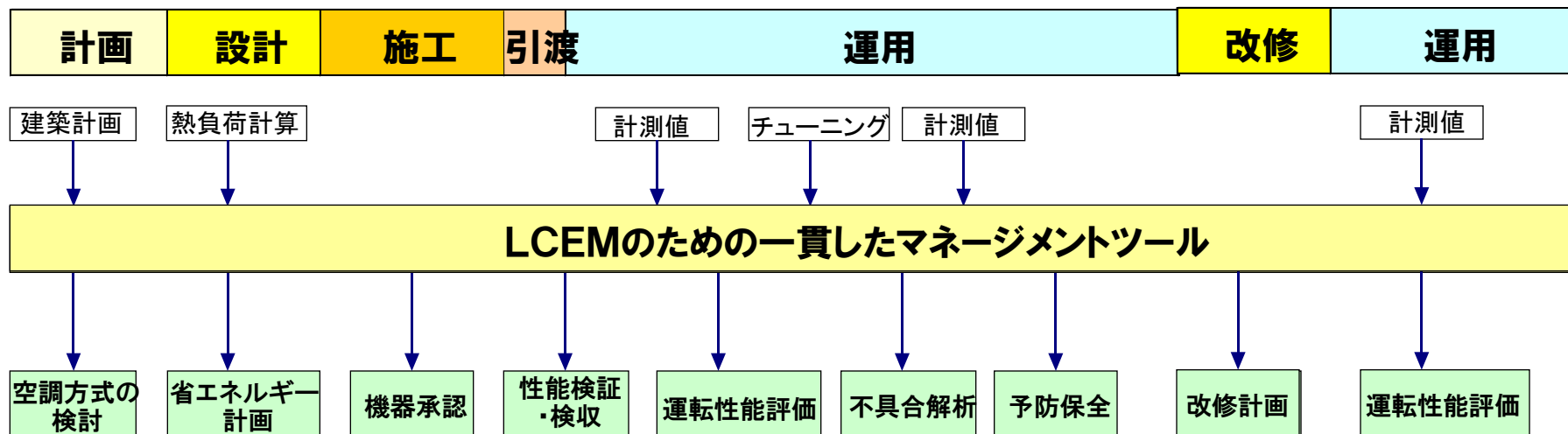
■LCEMは、空調システムにかかわるエネルギー消費量、CO2排出量などを管理目標→この考え方を拡張して建物全体の「ライフサイクル環境管理」とすることが必要

ライフサイクルエネルギーマネジメントの概念と ライフサイクルで共通したツールの活用イメージ



LCEM(ライフサイクルエネルギーマネジメント)
⇒ エネルギー性能に特化したコミッショニング

ライフサイクルエネルギーマネジメントによる性能確認のイメージ



期間性能の確認

■ 機器能力計算値 ■ 機器能力実績値

LCEMツールの評価対象と評価メッシュ

		評価メッシュ		
		マクロ		ミクロ
評価対象	建物全体	建築物総合 性能評価ツール CASBEE LEED 等		
	システム		LCEMの観点から 必要なツール LCEMツール	既往のシステム シミュレーション ツール ACSS DOE EnergyPlus 等
	機器			TRNSYS HVACSIM+ 等

LCEMツールの入手方法

国土交通省大臣官房
官庁営繕部のHPにアクセス



利用許諾条件に同意

LCEMツール利用許諾条件

LCEMツールのご利用にあたっては、下記の利用許諾条件に同意し、入力フォームに進む

同意し、入力フォームに進む

利用条件に同意し
クリック

上記条件のすべてに同意し、入力フォームに進むことができます。

【最新のツールのバージョンはVer3.00 (2013/8/15)】



登録(名前、メールアドレス等)



ダウンロード
(ツール・マニュアル)

国土交通省
Ministry of Land, Infrastructure, Transport and Tourism

http://www.mlit.go.jp/eobuild/
URLを入力

官庁営繕

主な施策

- マネジメント改革
- 業務紹介
- 施設紹介
- 事業紹介
- 事業評価
- 官庁営繕関係統一基準
- 技術基準
- 公共建築の品質確保
- PFI事業
- 露が関の建物
- 全国営繕主管課長会議

トピックス

- 公共建築におけるマネジメント改革の取組

新着情報

- 指名停止措置について(2008/08/29) [報道](#)

LCEMツール公開中

バナーをクリック

「LCEMツール公開中」

大臣官房官庁営繕部
設備・環境課

リンクをクリック

LCEM手法及びツールの概要については、こちらをご覧ください。

必要項目を記入し
同意して送信
ボタンをクリックする

ご覧ください。

LCEM (ライフサイクルマネジメント) ツール ダウンロード

必要項目を記入し
同意して送信
ボタンをクリックする

3. 低炭素建築に係わる海外の動向

制度名	建築物エネルギー性能評価制度
概要	新築・増改築等の行われる建築物に対し、エネルギー性能の評価や表示を義務付けるもの。
国内外の動向	<p>■海外の動向</p> <p>○欧州各国や米国カルフォルニア州などでは、新築・増改築時におけるエネルギー性能証書の取得を義務化している。</p> <p>○欧州では、「建築物のエネルギー性能に関する欧州指令」にて、すべての建築物に対し、建設、売買、賃貸借などの建築物の取引時にエネルギー性能証書の取得と取引先への提示等を義務化している。</p> <p>■国内の動向</p> <p>○建築物の販売又は賃貸の事業を行う者は、一般消費者に対し省エネ性能の表示をすることができる住宅省エネラベル制度があり、事業者（住宅メーカー、工務店等）が評価できる制度（評価は任意）。</p> <p>○住宅品質確保法による、省エネ住宅の性能について消費者に分かりやすく表示する住宅性能表示制度があり、建築主等、だれでも評価を行える制度。住宅性能表示制度の実績は新築住宅戸数の割合の約19.2%（2008年度）。</p>

■ドイツ「省エネルギー法」

- 2007年に改正されたでは、建物を売却または賃貸する際にエネルギー証明書の作成と購入や入居の検討者への情報提示が義務付けられた。
- 特定の公共建築物についてはエネルギー証明書が掲示される。
- 評価書として、エネルギーパスの取得が義務付け。連邦政府が認定した3つの機関によって発行される。
- ドイツには、パッシブハウス基準もあり、として認定されるとエネルギーパスの取得が免除される。

■英国「建築基準法」

- 2008年10月より原則として全ての住宅・建築物の建設、売買、賃貸借時を対象にエネルギー性能証書の取得が義務化された。
- 2006年7月6日に制定された制度「法定住宅情報パックHIP (Home Information Pack)」の内容の1つとして、中古住宅の売買には、エネルギー性能証書の提出が必要。

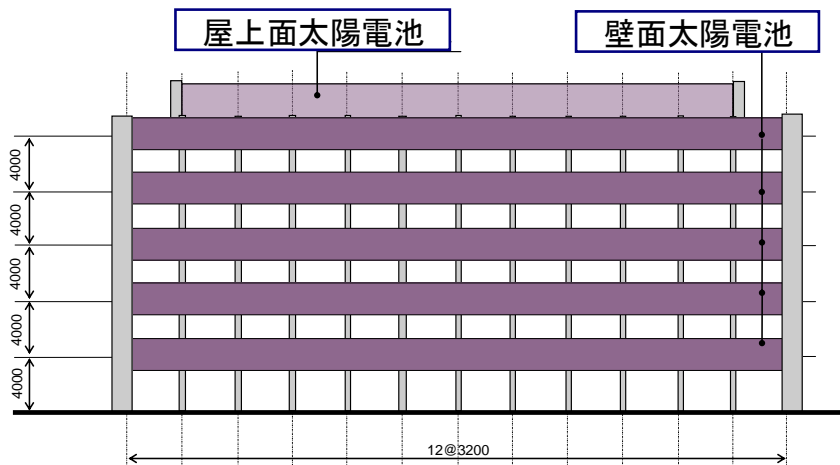
■米国カルフォルニア州「グリーン建築物標準」

- 2009年夏期から、建築物の売買・賃貸借に際して、ENERGY STAR 制度に基づく省エネ性能評価結果の提示を義務化している。
- 業務用ビルのENERGY STAR (2001年導入) は、実際の運用時のエネルギー消費をベンチマークし、米国全体の上位25%に入るとラベルの認証が与えられる。認証には、最低1年間の実績データが必要となる。

4. 低炭素建築実現の可能性検討

「ゼロカーボン建築の実現可能性に関する研究」
丹羽英治、松縄堅、杉原義文、佐藤孝輔、林立也

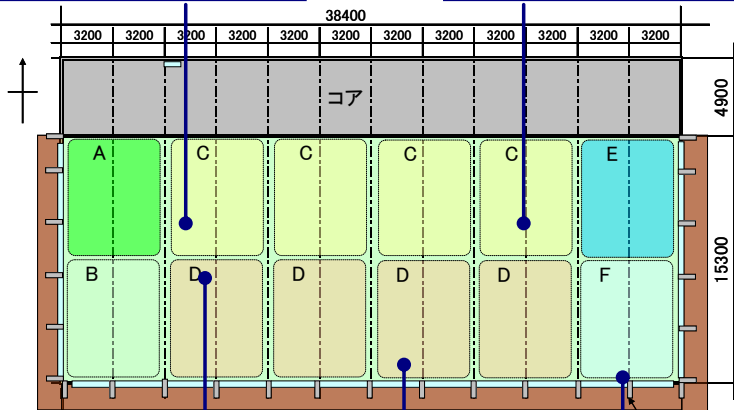
検討対象モデル



高断熱・自然換気

LED光源
タスク・アンビエント照明

自動調光システム
人感センサー



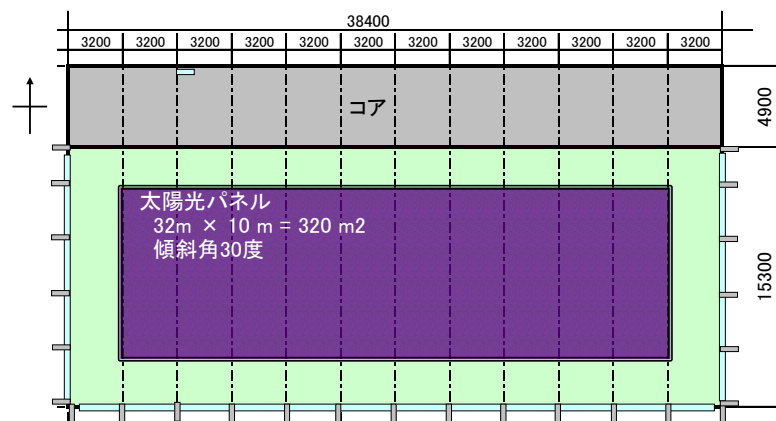
高効率型個別分散空調

自動角度調整ブラインド

日射を遮蔽する
庇とルーバー

建築概要

建設地：東京 用途：事務所
 規模：地上5階、地下1階、塔屋1階
 延床面積 4,842m² 空調面積 2,938m²
 室内設計条件：夏期（6～9月）26℃50%
 冬期（12～2月）22℃40%
 中間期（その他）24℃50%
 空調運転時間：8時～20時（土日、休日停止）



太陽電池の概要

塔屋階平面図

設置面積：屋根面320m²、東西面160m²、南面305m²※
 発電パネル傾斜角：屋根面30度 壁面90度
 発電効率：13.0 %（超高性能ビル25.0 %）
 公称最大出力：122.9 kW（超高性能ビル236 kW）
 年間発電量：70,700 kWh（超高性能ビル136,000 kWh）
 ※壁面の設置面積は窓面積を除く部分の面積の90%とした。

基本検討ケース

参照ビル:

現状の一般的水準の省エネルギービル

高性能ビル:

現状技術の範囲内での先端的な省エネルギービル

超高性能ビル:

技術開発を前提とした次世代ゼロエナジー志向ビル

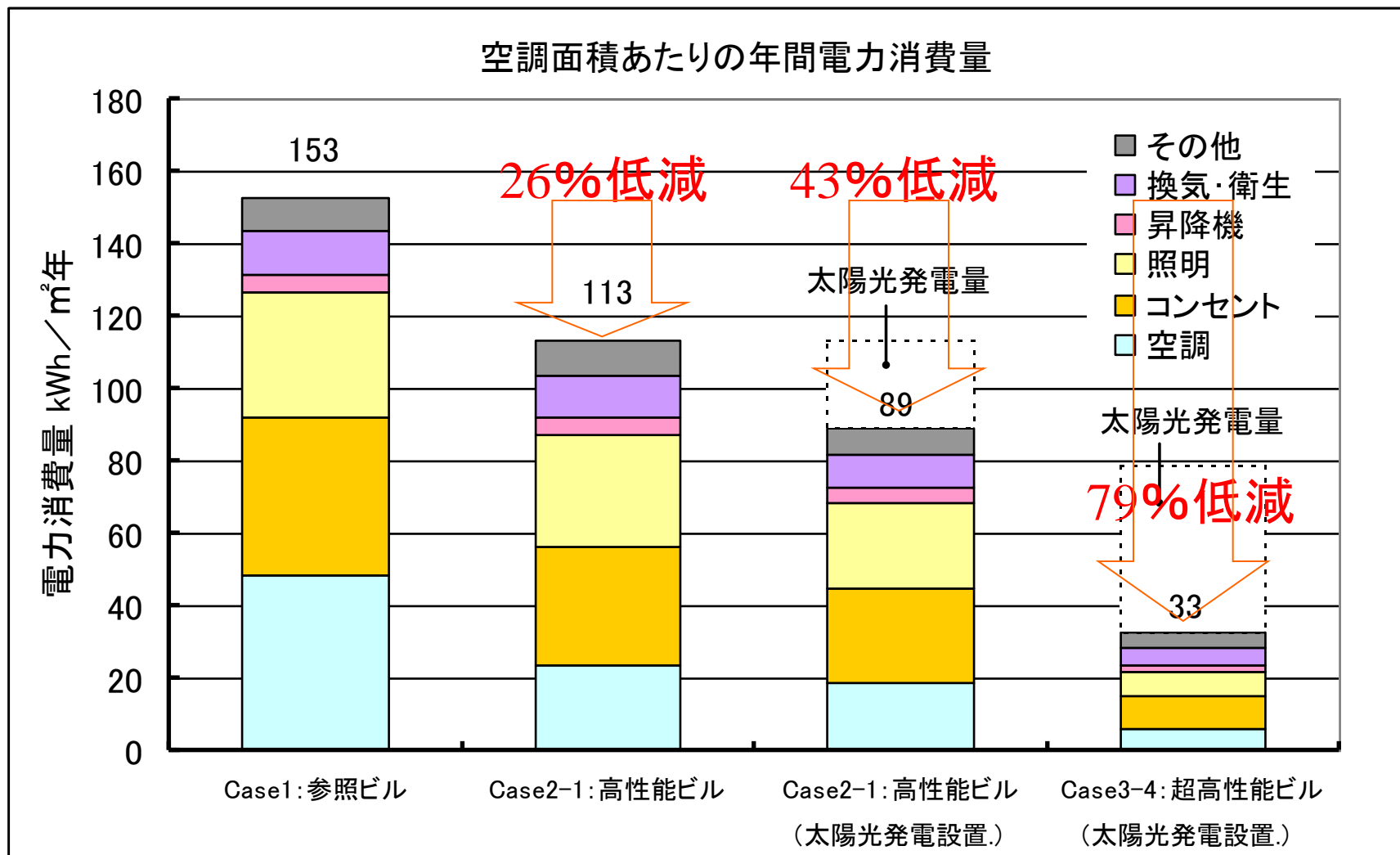
検討ケース 断熱・内部発熱等に関する設定

1) 断熱・内部発熱等に関する設定

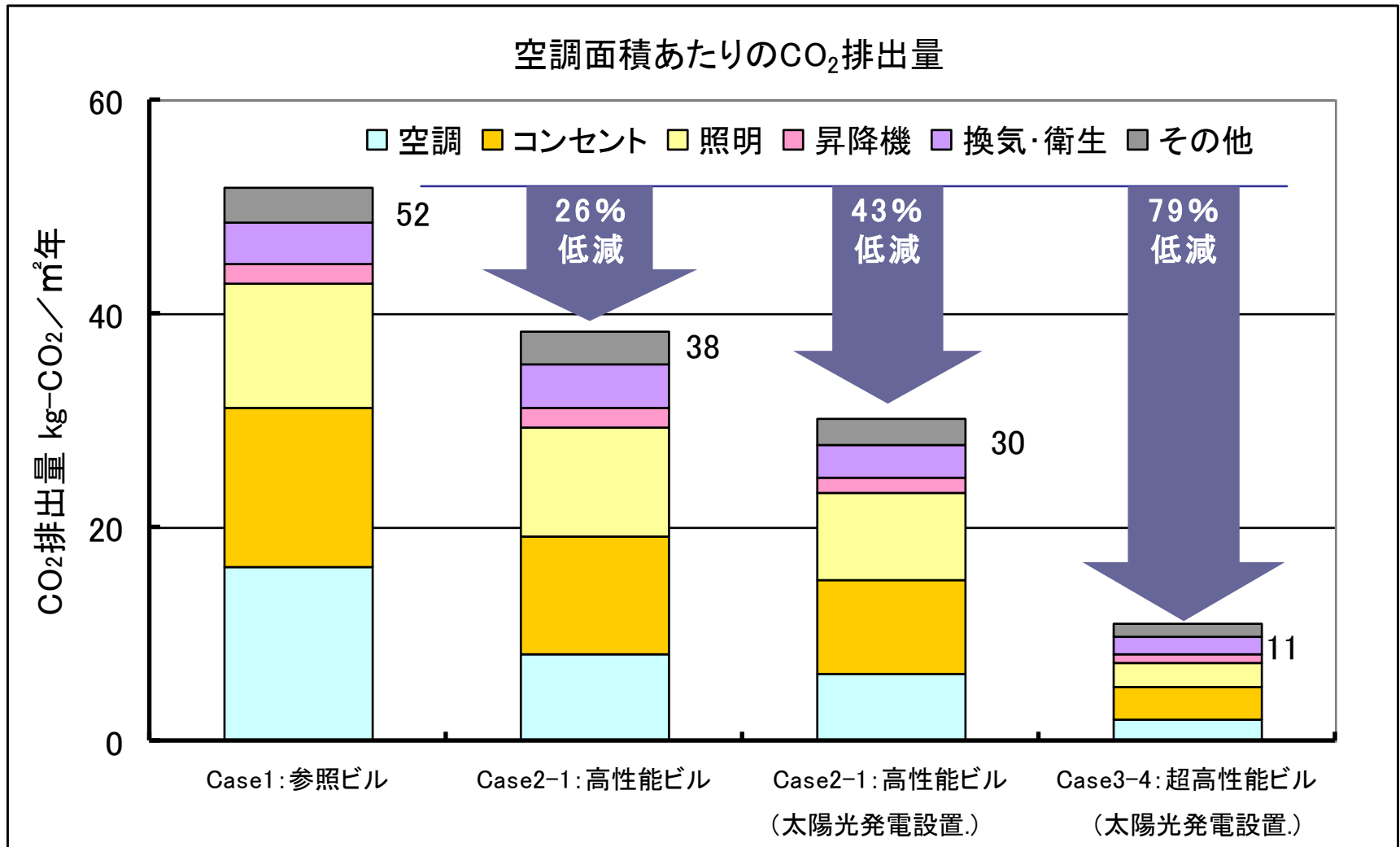
Case	1.参照ビル	2-1.高性能ビル	2-2.高性能ビル	3-1.超高性能ビル	3-2.超高性能ビル	3-3.超高性能ビル	3-4.超高性能ビル
外壁(代表部材)	コンクリート150t 空気層 スチレン発泡板25t プラスターボード12t	金属板 1.2t + 空気層 コンクリート150t スチレン発泡板50t + 空気層 プラスターボード9t+12t		同左			
	内断熱 K=1.03 W/m ² ・K	内断熱 K=0.6 W/m ² ・K		内断熱K=0.6 W/m ² ・K	外断熱K=0.6 W/m ² ・K	内外断熱K=0.37 W/m ² ・K	同左
床・天井	カーペット3t + アルミ7t + 空気層+コンクリート120t 空気層+プラスターボード9+12t	同左		同左			
内壁	プラスターボード9+12t 空気層 プラスターボード9+12t	同左		同左		プラスターボード9+12t ロックウール40t + 空気層 プラスターボード9+12t	
窓(代表部材)	窓比率 47% (1.8mh連窓)	窓比率 53% (2.0mh連窓)		窓比率 53% (2.0mh連窓)			
	単層 6mm K=4.8W/m ² ・K 遮蔽係数:ブラインド閉0.66 開1.0	Low-e相当 K=2.6W/m ² ・K 遮蔽係数:ブラインド閉0.34 開0.51		AF+Low-e相当 K=1.0W/m ² ・K 遮蔽係数:ブラインド閉0.12 開0.3			
ひさし	なし	1.2m		1.8m			
袖壁	なし	なし		1.0m(1.6mピッチ)			
照明	13W/m ² (HF) 750lx	13W/m ² 750lx(HF)	9.5W/m ² (HF+調光) 500lx	6.5W/m ² 350lx(LED+TAL+調光)			
機器発熱	20W/m ² (負荷率日中50%,夜間待機12.5%)	15W/m ² (負荷率日中50%,夜間待機12.5%)		10W/m ² (負荷率日中50%,夜間待機12.5%)			
人員顕熱	65W/人(10m ² /人)	同左		同左			
人員潜熱	55W/人(10m ² /人)	同左		同左			
外気冷房	なし	なし		あり:外気温度12℃以上かつ室内エンタルピ>外気エンタルピ(換気回数=外部風速 1m/sにつき1回/hかつ6回/h以下)			
全熱交バイパス制御	なし	なし		なし			あり
36 太陽電池	なし	なし/あり(電気変換効率0.13)		あり(電気変換効率0.25)			

2) 空調機性能の設定

Case		1.参照ビル	2.高性能ビル	3.超高性能ビル
室外機	定格運転時	3.0	5.0	7.0
	室外機成績係数	3.5	5.5	7.5
	冷房			
	暖房			
	部分負荷運転時の 負荷率に対する入力比特性 (冷房時)			
室内機	冷媒制御	蒸発温度一定	蒸発温度一定	蒸発温度可変(高顕熱処理運転)
	ファン制御	なし	同左	同左 サーモオフ時ファン停止
	ファン消費電力比率	1.0	0.8	0.6
外気処理	システム	全熱交換器	同左	全熱交換器+外気処理エアコン
	全熱交換効率	60%	70%	80%

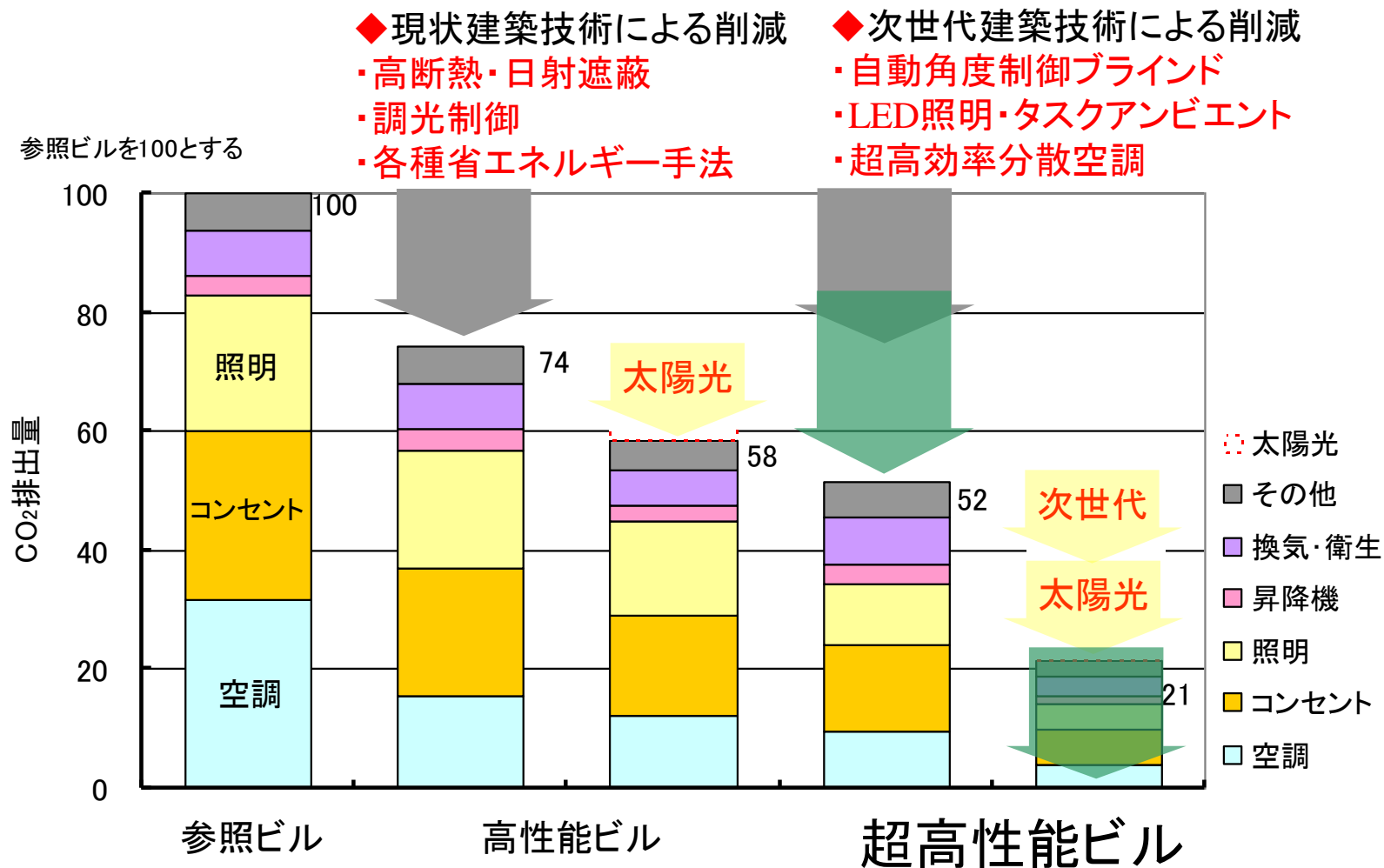


年間電力消費量の試算結果



年間CO2排出量削減量の試算結果

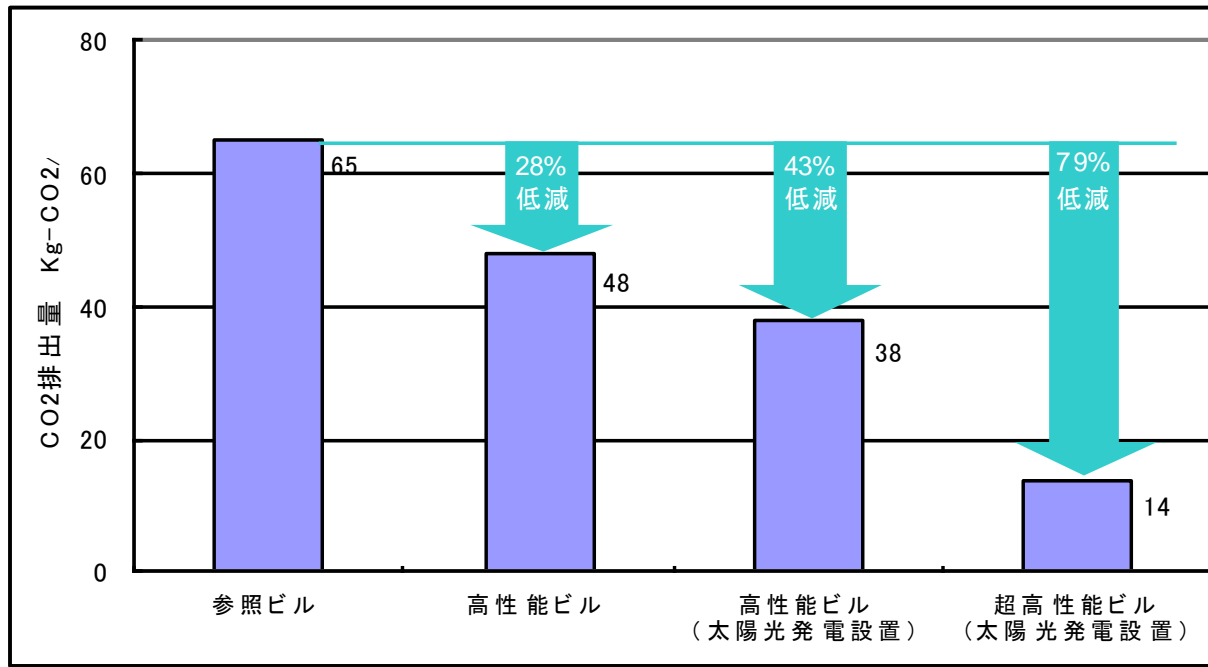
検討結果 要素技術別の削減効果



参照ビルに対し、高性能ビルで43%、将来的な技術開発を前提とした超高性能ビルで79%のCO₂排出量削減が可能

ゼロカーボン建築実現の可能性検討

(東京／事務所ビル／5階建て)



- ① 参照ビル: 現状の一般的省エネビル
- ② 高性能ビル: 現状技術を駆使した先端省エネビル
- ③ 超高性能ビル: 将来の技術革新を想定した先端省エネビル

■現状でもかなり低炭素化(約30%減)は可能、将来の技術革新を想定すれば、大幅な低炭素化(約80%減)は可能