

建築設備コミショニング協会第12期総会講演

## これからの建築省エネルギー化と 計測のあり方について

---

2016年5月13日 15:00～15:45  
千葉大学 川瀬貴晴

- 
- A. これからの建築省エネルギー化
  - B. 計測の在り方について
  - C. 報酬基準について

## A. これからの建築省エネルギー化

### 1. COP<sub>21</sub>

2030年までに26% 温暖化効果ガスの削減

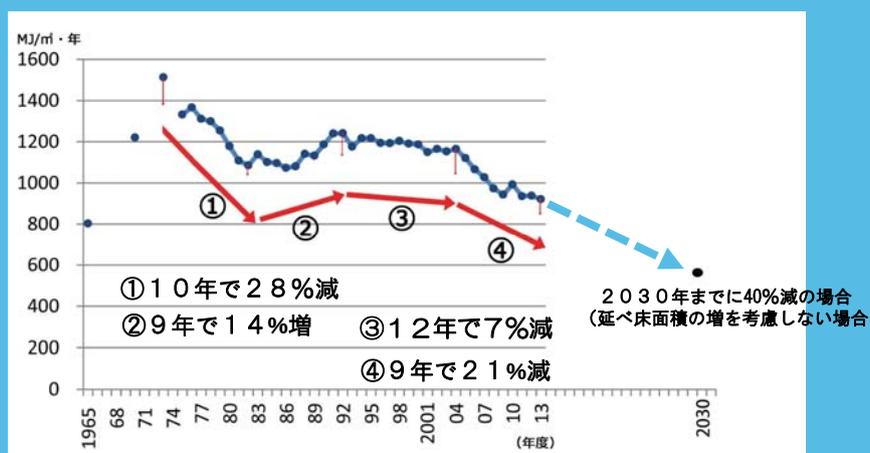
建築分野は 40% 削減

建築ストックとして、今後15年で40%以上の省エネ化が期待されている。

2. 一方、新築ビルは2030年までにZEB化

3

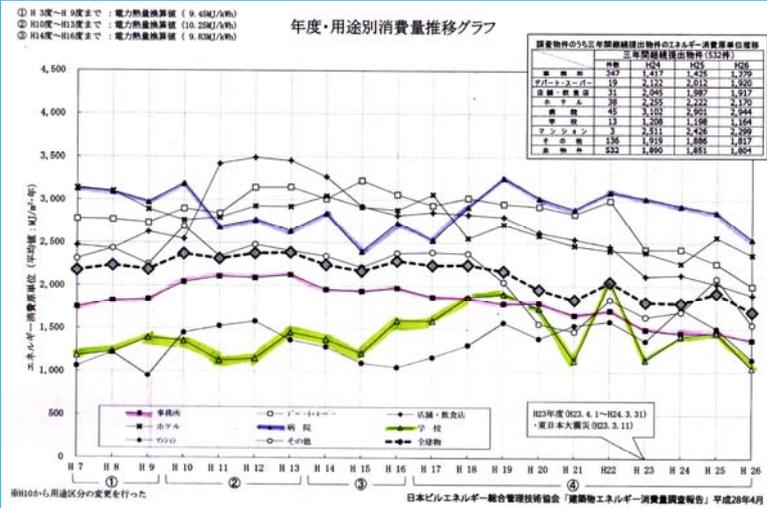
## 日本の業務用エネルギー消費量原単位の推移



出典：EDMC/エネルギー・経済統計要覧〈2016年版〉

4

## ここ20年のエネルギー消費量経緯（日本ビルエネルギー総合管理技術協会加入各社受託ビルの実績値）



5

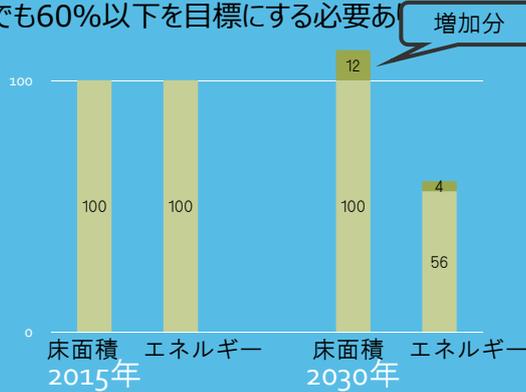
## ここ20年のエネルギー消費量経緯 2 期間④における変化

全建物	H16年	2369	MJ/m <sup>2</sup> 年<100>
	H25年	1930	MJ/m <sup>2</sup> 年<81>
オフィスビル	H16年	2047	MJ/m <sup>2</sup> 年<100>
	H25年	1460	MJ/m <sup>2</sup> 年<71>
病院	H16年	2812	MJ/m <sup>2</sup> 年<100>
	H25年	2875	MJ/m <sup>2</sup> 年<102>
学校	H16年	1643	MJ/m <sup>2</sup> 年<100>
	H26年	1464	MJ/m <sup>2</sup> 年<89>

6

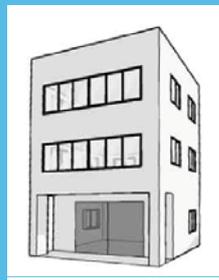
## 2030年に40%削減の意味について

日本のビルの床面積も増える  
 最近の傾向では1年に0.8%の床面積増加  
 15年で12%増える  
 新築ビルは50%以上削減  
 既存ビルでも60%以下を目標にする必要あり



7

## 総論的省エネから各論省エネへ (原単位を意識した省エネへ)



断熱、自然通風、  
 高効率設備機器導入  
 クールビズ実施



面積当たりエネルギー  
 消費量のコントロール

### 既存オフィスのエネルギー消費量 目標値案

	容量 [実ピーク] (W/m <sup>2</sup> )	日利用 時間 (h/日)	年間 利用日 (日)	負荷率	年間 エネルギー (kWh/m <sup>2</sup> )
照明	10	10	250	1	25
コンセント等	10	10	300	1.5	45
空調等	30	10	250	0.4	30
その他	5	10	250	0.5	6.25
合計					106.25

1000MJ/m<sup>2</sup>・年

### 既存オフィスビルのエネルギー消費量目標値案(現状の約60%)

	容量 W/m <sup>2</sup>	日利用時 間 h/日	年間利用日	負荷 率	年間 KW・h/ m <sup>2</sup>
照明	10	10	250	1	25
コンセント等	10	10	300	1.5	45
空調等	30	10	250	0.4	30
その他	5	10	250	0.5	6.25
オフィスエリア合 計(a)					106.25
オフィスエリア以 外(b)	面積比率 c:d=6:4				53.125
	面積あたりエネルギー消費比率 e:f=2:1				
	b=a×f÷e				
合計	(a×c+b×d)÷(c+d)				85

cはオフィスエリアの面積、dはオフィスエリア面積以外の面積、  
eはオフィスエリアの面積あたり年間エネルギー消費量、  
fはオフィスエリア以外の面積あたり年間エネルギー消費量

≒850MJ/m<sup>2</sup>・年

10

### 新築オフィスのエネルギー消費量 目標値案

	容量 [実ピーク] (W/m <sup>2</sup> )	日利用 時間 (h/日)	年間 利用日 (日)	負荷率	年間 エネルギー (kWh/m <sup>2</sup> )
照明	7	10	250	0.7	12.3
コンセント等	10	10	300	0.7	21
空調等	25	10	250	0.3	18.8
その他	5	10	250	0.5	6.25
合計					58.35

582 MJ/m<sup>2</sup>・年

### 新築オフィスビルのエネルギー消費量目標値案(現状の約1/3)

	容量 [実ピーク] W/m <sup>2</sup>	日利用時間 h/日	年間利用日	負荷率	年間 KW・h/ m <sup>2</sup>
照明	7	10	250	0.7	12.3
コンセント等	10	10	300	0.7	21
空調等	25	10	250	0.3	18.8
その他	5	10	250	0.5	6.25
オフィスエリア合計(a)					58.35
オフィスエリア以外(b)	面積比率 c:d=6:4				29.1
	面積あたりエネルギー消費比率 e:f=2:1				
	b=a×f÷e				
合計	(a×c+b×d)÷(c+d)				46.65

cはオフィスエリアの面積、dはオフィスエリア面積以外の面積、  
eはオフィスエリアの面積あたり年間エネルギー消費量、  
fはオフィスエリア以外の面積あたり年間エネルギー消費量

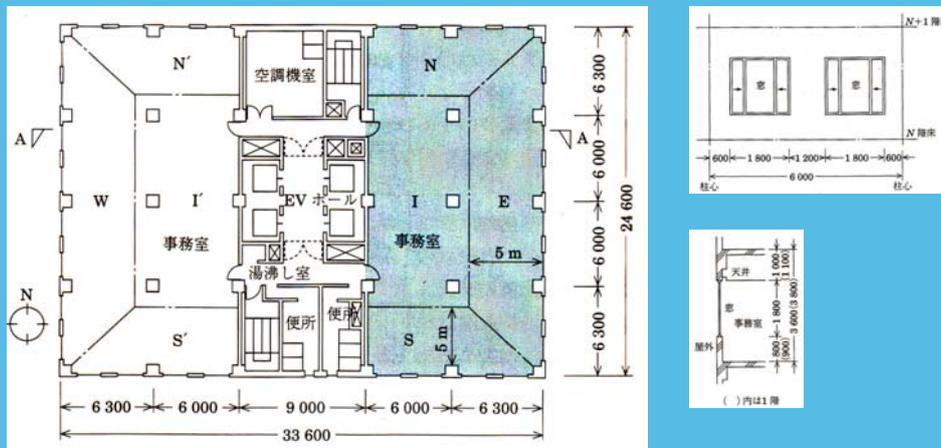
≒465MJ/m<sup>2</sup>・年

## 空調の㎡当たりエネルギー消費量計算 (ピーク値25W/㎡の位置づけ)

- ・ 床面積 302.6㎡
- ・ 内部発熱
  - 照明負荷 7W/㎡
  - コンセント負荷 10W/㎡
  - 人体負荷 0.2人/㎡
    - 顕熱 11W/㎡ (55W/人)
    - 潜熱 12.8W/㎡ (64W/㎡)
- ・ 以上小計 40.8W/㎡
- ・  $\times 302.6\text{㎡} = 12346\text{W}$
- ・ 外壁・窓負荷 合計  $N+E+S=$ 
  - 1012+6876+1769=9657W
- ・ 外気負荷
  - 11841W (全熱)
- ・ 合計33844W
  - $\rightarrow 111.8\text{W/㎡}$
- 冷房システムの COP (二次) = 5 とすれば
  - $111.8 \div 5 = 22.36\text{W/㎡}$
  - $\rightarrow 25\text{W/㎡}$

13

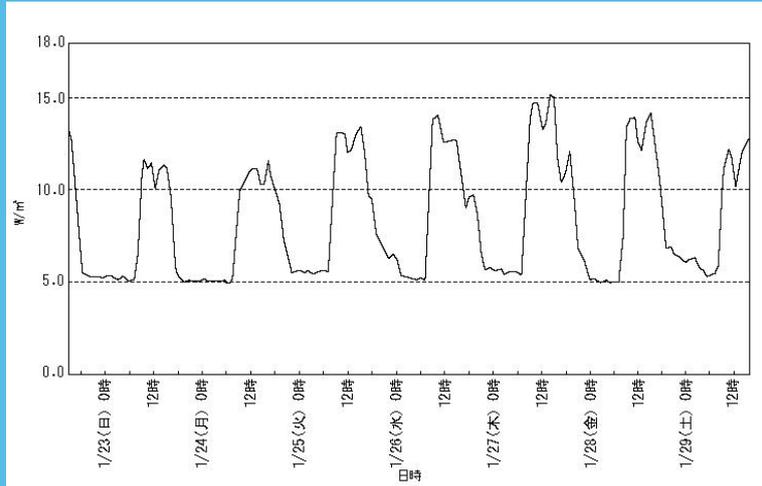
## 空調エネルギー試算用建築概要



14

コンセント等 負荷率削減の可能性について  
 新宿の超高層ビル内オフィスのコンセント消費電力調査  
 電力消費パターン1

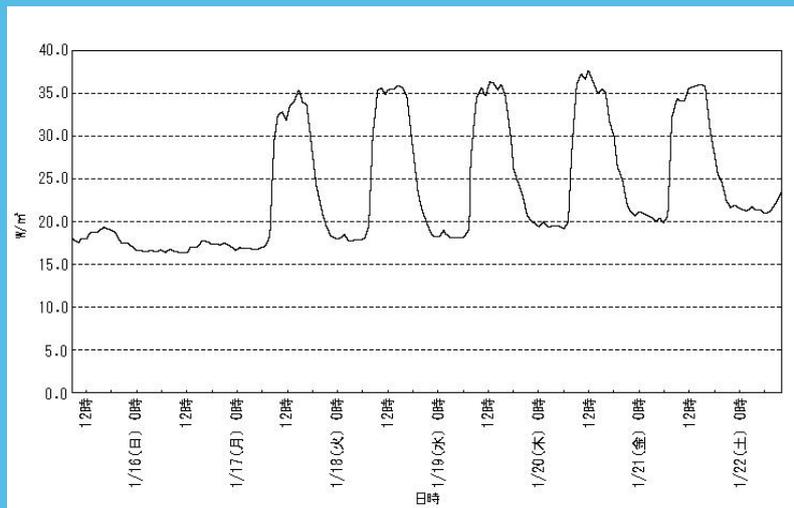
エリアA



15

電力消費パターン2

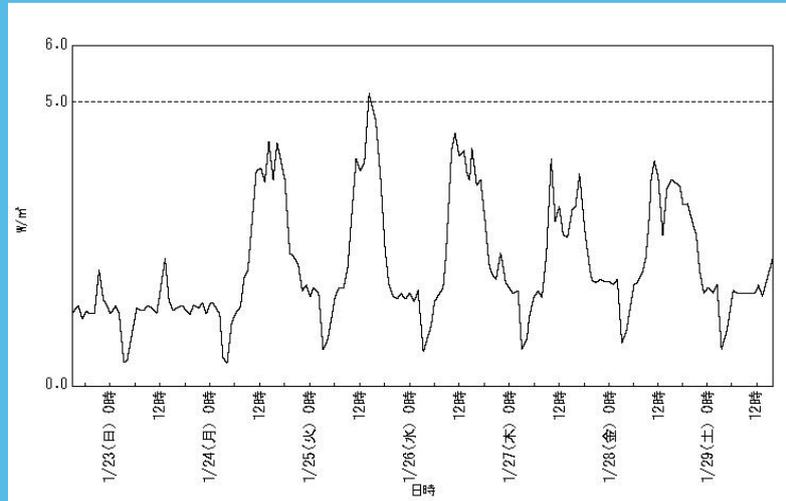
エリアB



16

### 電力消費パターン3

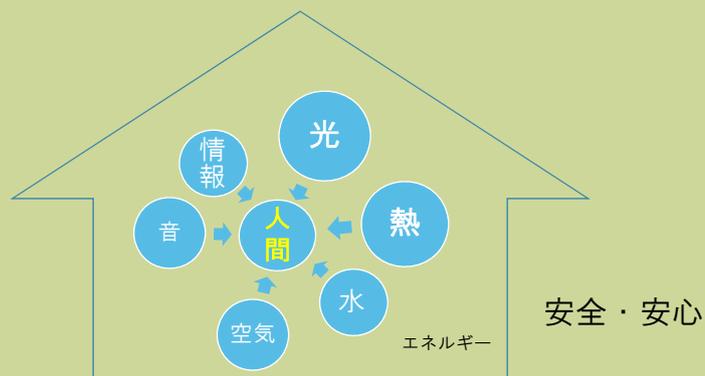
エリアC



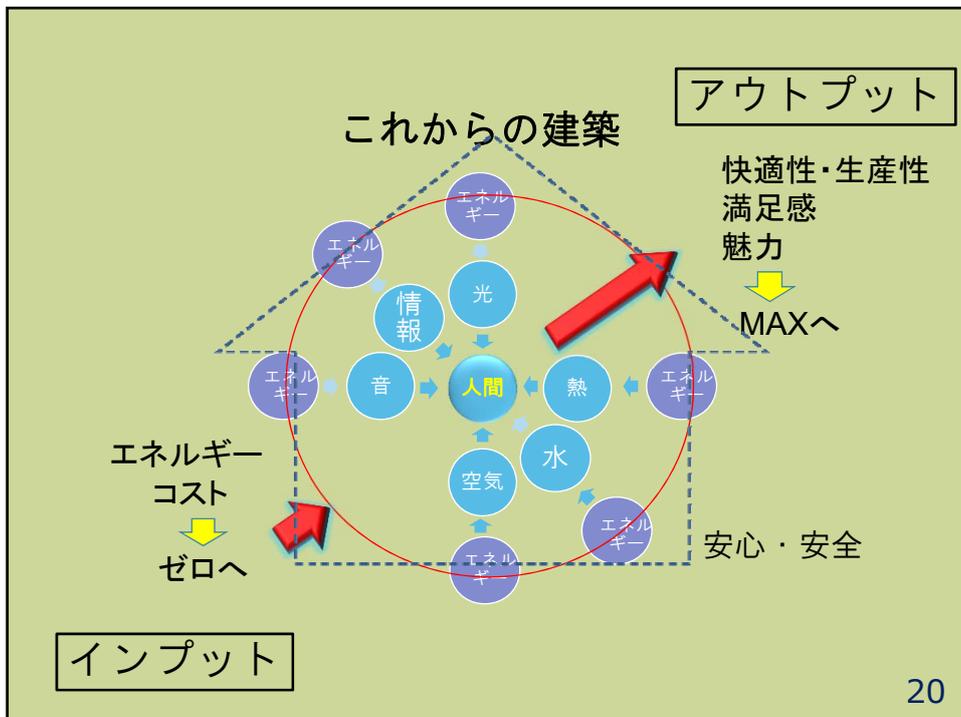
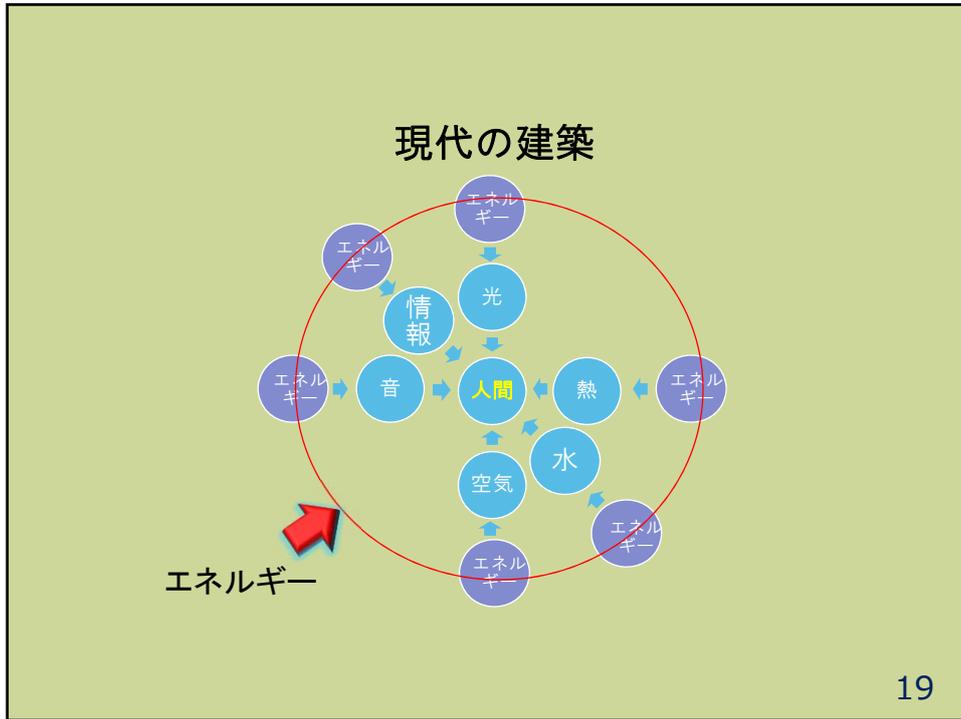
17

### B.計測の在り方について

従来の建築と室内環境



18



## 人件費の経済的インパクト

光熱費	5千円～1万円/m <sup>2</sup> ・年
維持管理費	5千円～1万円/m <sup>2</sup> ・年
人件費	50万円～100万円/m <sup>2</sup> ・年

建設費 20万円～30万円/m<sup>2</sup>  
 (20年間で経常費化すると1万円～1.5万円/m<sup>2</sup>・年)



執務者の**快適・知的生産性**は非常に大きなインパクト有

21

### アウトプットの計測

快適・生産性・満足感など

- ①室内環境  
よりきめ細かな室内環境維持
- ②機能的な動線、時間ロスの少ない移動  
人の動きの把握  
コミュニケーションを誘発する動線
- ③設備機器（トラブル防止）  
機器故障などによる執務者への影響を少なく

・  
・

22

インプットの計測

省エネ・経済性

- ①エネルギー消費量
- ②光熱水費
- ③維持管理費（LCC）
- ・
- ・

23

アウトプット計測項目

温熱環境の室内分布  
温熱環境の変動  
温熱環境満足度  
照度の分布  
人の移動に関する情報

定期的な執務者アンケート情報

・  
・

24

### インプット計測項目

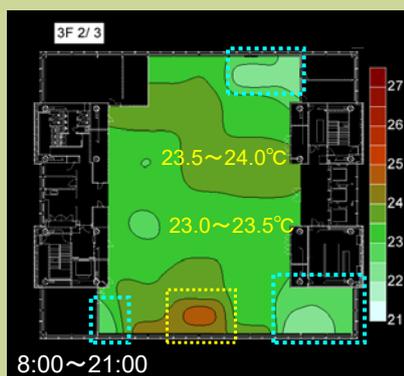
- 総エネルギー消費量/コスト
- 系統別エネルギー消費量/コスト
- 空間体積当たり
- 居住人員当たり
- 延べ床面積当たり
- フロア面積当たり
- ・
- ・

25

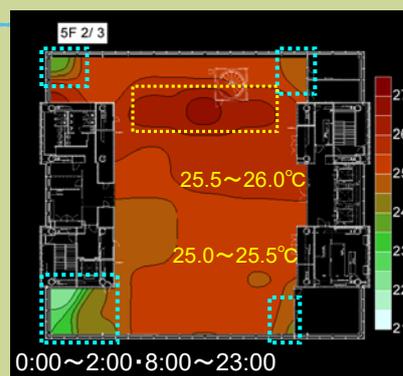
### アウトプット計測例

—水平温度分布の測定—

■ 平均室温 —2月3日空調運転中—



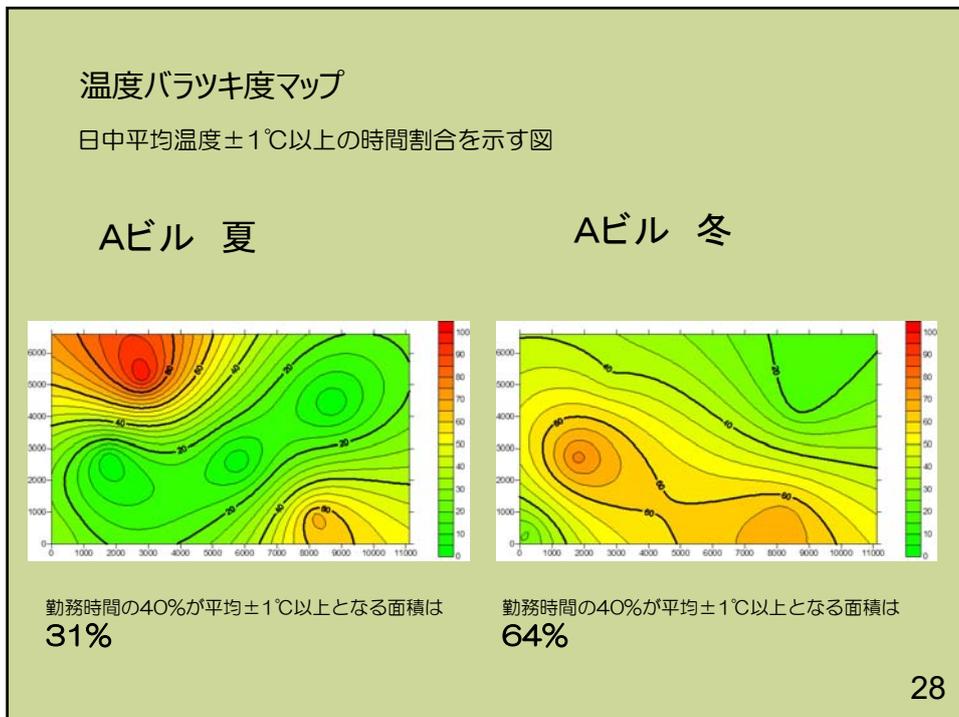
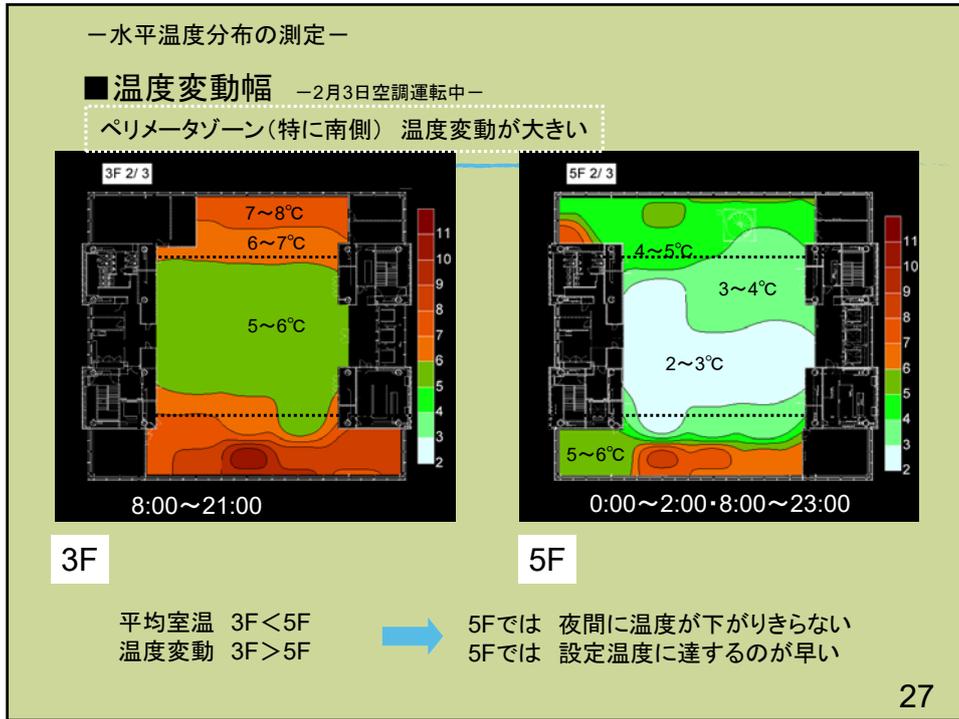
3F 23°C ±2~3°C



5F 25°C ±2~3°C

- コーナー部 —やや低い
- 窓付近・中央部 —やや高い

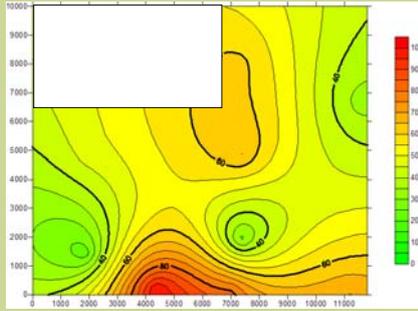
26



### 温度バラツキ度マップ

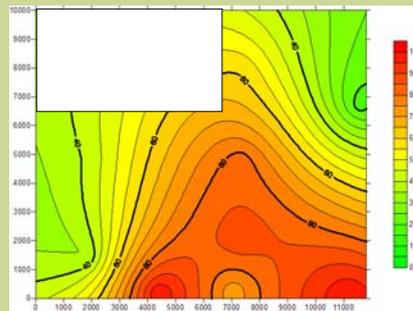
日中平均温度±1℃以上の時間割合を示す図

Bビル 夏



勤務時間の40%が平均±1℃以上となる面積は  
85% >A (31%)

Bビル 冬

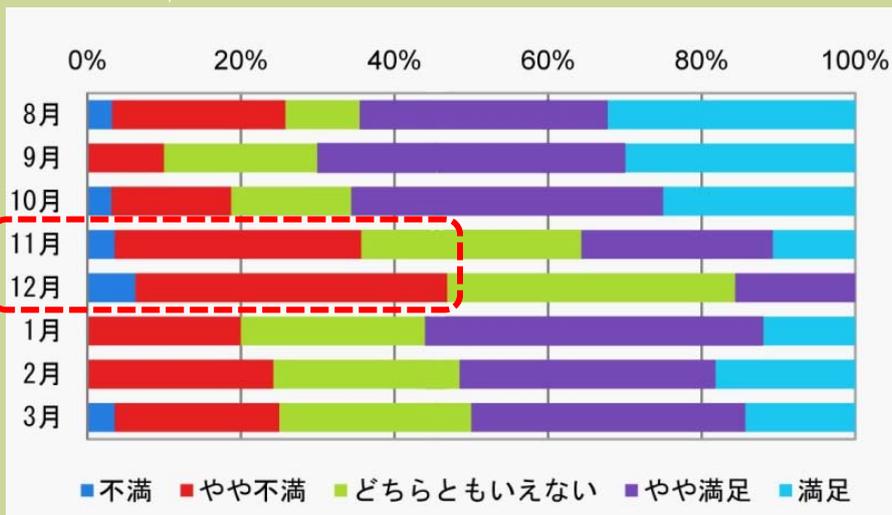


勤務時間の40%が平均±1℃以上となる面積は  
80% >A (64%)

BビルはAビルに比べて「1日の温度変動が大きい場所」の面積が大きい

### 温熱環境満足度の測定事例

▶ 月により変動する



## 職場での対話測定システム (日立製作所)

# 現場の連帯感を「見える化」

「ビジネス顕微鏡」のシステム概要

社員に、ストラップ付きのICカードを身に着けさせ、互いのセンサーを通じて、対面コミュニケーションの状況を情報収集。それに基づいて、「誰がいつどこで誰とどの程度活発に」対話していたかを分析

“社員証”が社員のつながりを把握

**ICカード**

赤外線センサーを6個内蔵し、付近にいる人のICカードのID番号を取得。その人との対面時間も内蔵メモリに記録。加速度センサーで体の振動や動きも検出

赤外線センサー、加速度センサー、メモリ、小型バッテリーを搭載

検知の範囲 照射角度120度、距離2~3m  
大きさ 縦61mm×横56mm×厚み11mm  
重量 15g

**ビーコン**

誰がいつどこにいたのかを把握するための就業会議室などに設置する。赤外線センサーを捕え、近くにいる人のICカードに位置情報を送信する

赤外線センサーを搭載

90 NIKKEI BUSINESS ■ 2012.6.11

## 人の行動計測センサーネットワークの構築と計測

・人の位置情報に基づく行動、活動状態（インフォーマルコミュニケーション、作業の種類の特定、会話の有無、在席状況）の計測センサーネットワークの技術開発

### センサーネットワーク

社員の所在検索

UWB基地局

位置計測サーバ

UWB送信器 1階

### 基準階ワークプレイス

① 電機室

② 個人デスク

③ サポートスペース

④ コミュニケーションスペース

⑤ リフレッシュスペース

⑥ 通路

5m 10m 20m 100m

## インプットの計測例

エネルギー計測の考え方  
コストと作業手間を考慮して計測個所と計測期間  
を適切に考慮したシステム作りが必要

1. 常時計測
2. テンポラリー計測
3. 簡易計測

33

## 千葉大で導入したシステム

### 1. ネットワークシステム



大学施設のネットワークを利用してエネルギー計測システムを構築した。変電所、大学建物などにWebサーバを設置し、既設の通信回線の利用と安価なWebサーバの利用でシステムコストを抑え、エネルギーデータは大学内のデータサーバに集約し、解析データを学内ネットワーク上から大学職員や学生など一般の利用者が容易に参照できるシステムになっている。このシステムにより、どの場所で無駄遣いが行われているか把握することが可能になる。

34

**一覧表示**

	電気	使用量 (KWh)			月管理	グラフ表示
	(KW)	今日	今月	今年		
- 西千葉キャンパス	1,949.0	17,785	1,504,932	11,238,351	97%	使用量
+ 本部	79.0	574	132,369	1,316,470	65%	使用量
+ 文・法経学部	34.0	288	23,900	184,139	52%	使用量
+ 教育学部	27.0	207	23,595	172,632	30%	使用量
- 工学部	245.0	4,163	357,166	2,670,708	100%	使用量
工学部 1号棟、VBL	67.0	721	57,519	444,667		使用量
工学部 2号棟	17.0	95	6,317	49,386		使用量
工学部 3・4号棟	30.0	338	31,311	252,828		使用量
工学部 5号棟	5.0	49	4,027	27,520		使用量
工学部 6号棟	42.0	347	37,053	259,701		使用量
工学部 7号棟	13.0	109	13,645	100,685	138%	使用量
工学部 8号棟	25.0	260	19,901	168,043		使用量
工学部 9号棟	6.0	19	1,664	10,962		使用量
工学部 10号棟	27.0	270	19,500	158,910		使用量

エネルギー統合解析システム Ver1.0

## 2. テンポラリーシステム



### 3. 簡易計測システム

#### 計測機器 I ボタン概要

#### ボタン型温度センサ I ボタン



温度センサ



1-Wire

- ・マキシムダラス社製 DS1921
- ・PCにリンクさせ、データ回収、測定スケジュール設定が可能
- ・センサ内に温度データを蓄積記録可能

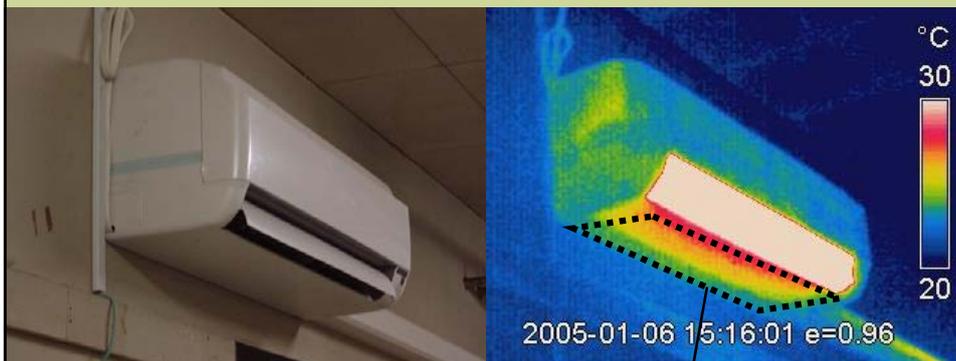


安価で簡易に温度計測が可能



#### サーモグラフィーによる機器稼働時間の可視画像・熱画像

#### ●ルームエアコン(暖房運転時)



測定に適切な計測ポイントとして決定

●天井照明

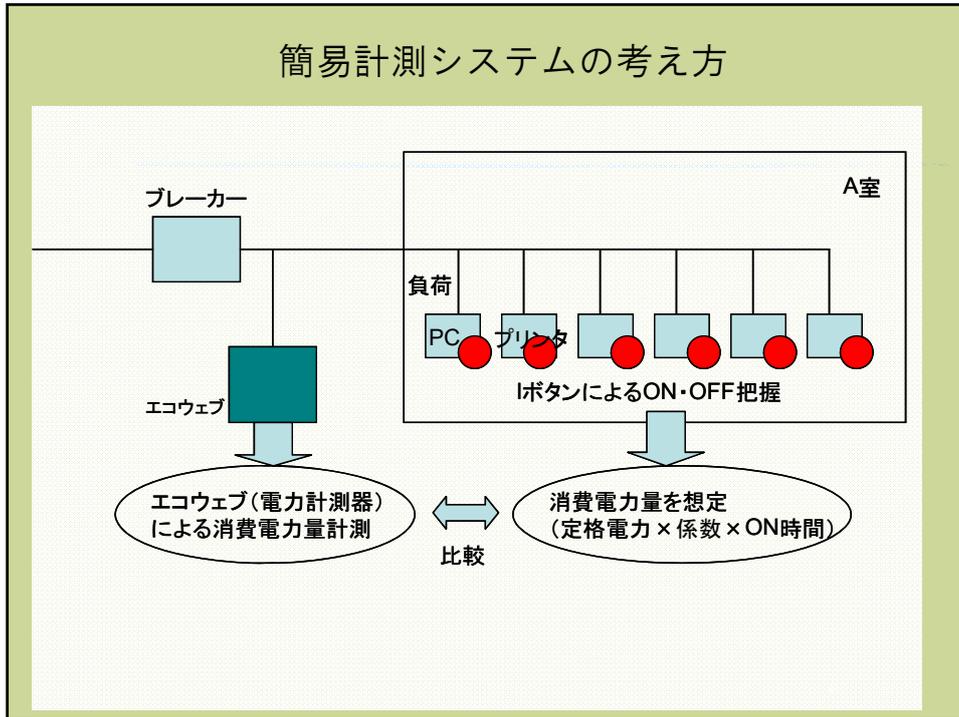


計測ポイント

エネルギー消費実態把握システム — 在不在判定システム —



着席している人の体温が座面に伝わることに着目し、クッション（またはそれに似たもの）に1ボタンを設置して温度計測し、その席における在・不在を判別する



ボタン(オン時間)による推定消費電力量と電力計測器による消費電力 (平日5日間)

平均消費電力に補正するための係数を乗じた

機器種別	定格電力 (W)	係数	時間(h)	推定消費電力量 (Wh)
デスクトップPC	67	0.4	39.5	1059
モニタ	20	0.8	39.5	632
コピーFAX	15	0.5	120	900
デスクトップPC	250	0.4	58	5800
モニタ	200	0.8	58	9280
デスクトップPC	230	0.4	44.5	4094
モニタ	100	0.8	44.5	3560
卓上照明	100	1	38.5	3850
ハロゲンヒーター	800	0.9	39	28080
推定消費電力量[Wh]				57255
エコウェブ消費電力量[Wh]				58526

推定と実際の電力消費量がほぼ一致→この程度の係数で妥当と思われる

## これからの計測システム

### <アウトプット計測>

建築に求められる機能・性能の高度化に伴い**計測項目・計測内容が高度化する**

### <インプット計測>

省エネルギー化の進展により**計測項目の重要度変化**、及び今まで考慮されてこなかった項目への対応が求められる

### <計測装置の進化と普及>

センサーの多様化とコスト低下により  
**今までは計測が難しい項目が計測対象になる**



## 既に多くのセンサーが生活の中に入り込んでいる



### センサーの大量普及の想定



→ ビルの計測も変わる

### 新しい取り組み事例 自然採光・自然通風システム

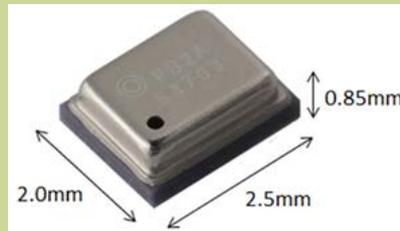


## 新しい取り組みの可能性

### 高精度気圧センサーの登場

オムロン株式会社は、世界最高クラスの精度で±5cmの高低差における気圧の変化（±0.6Paの相対圧力精度）を正確に検知する「絶対圧センサー」を開発し、量産を開始します。本製品を、スマートフォンやタブレットPC、フィットネス・健康管理向けウェアラブル端末、活動量計などに搭載することで、立つ、座る、寝る、倒れるなどの人の動作や、階段などの昇降を高精度に判別するアプリケーションを実現します。

2016年1月12日



47

## C.報酬基準について

**新しい  
建築設計・工事監理等の  
業務報酬基準が  
策定されました。**

構造計算書偽装問題への対応として、新しい建築士制度がスタートしました。この一環として、新しい建築設計・工事監理等の業務報酬基準が策定されました。

監修 国土交通省  
発行 新・建築士制度普及協会

2009年1月7日に新しい業務報酬基準（平成21年国土交通省告示第15号）が定められた。

**新たに  
耐震診断・耐震改修に  
係る設計等の  
業務報酬基準が  
策定されました。**

耐震改修を促進する施策を強化・推進するため、耐震改修業務が適正に実施される環境を整備する観点から、耐震診断及び耐震改修設計の報酬が適切に算定できるよう、耐震診断・耐震改修に係る設計等の業務報酬基準が策定されました。

編集協力 国土交通省  
発行 新・建築士制度普及協会

2015年5月25日に耐震診断及び耐震改修に係る業務報酬基準が公布・施行

48

## 標準業務に含まれない業務の取扱いについて

標準業務人・時間数は、標準業務内容を実施した場合の標準的な業務量です。業務報酬基準に定める標準業務は、建築士（建築士事務所）が行う多岐にわたる業務の中から、一般的な場合に共通性の高い業務を抽出したものであり、標準業務内容に含まれない業務については、標準業務人・時間数とは別に、業務量や業務報酬を考慮する必要があります。標準業務人・時間数に業務量が含まれていないものとしては、具体的に以下のようなものがあります。

業務報酬基準上、追加的な業務として位置づけられ、略算方法において、標準業務人・時間数を付加することにより算定します。

- 住宅性能評価に係る業務
- 省エネルギー法に基づく省エネルギーのための判断に係る業務
- 建築物総合環境性能評価システム等による評価に係る業務
- 耐震診断等の評価に係る業務
- 建築物の防災計画の作成に係る業務
- 建築主が第三者に有償で委託した設計の代替案に関する評価に係る業務
- 設計に係る成果図書に基づく詳細工事費の算定に係る業務
- 建築主と工事施工者の工事請負契約の締結に関する協力に係る業務
- 成果図書以外の資料（別添一及び別添四に掲げるものを除く法令手続のための資料、竣工図等）の作成
- 風洞実験等の実施
- 第三者への説明 など

省エネ検討、省エネ診断及びコミッションング業務  
に対する業務報酬基準を明確にすべき

49

