

建築物省エネ法・省エネ設計技術講習会
2017年6月22日、7月25日

「建築物の省エネ設計技術」

立命館大学
理工学部建築都市デザイン学科 教授
サステナビリティ学研究センター センター長

近本 智行



改訂を超えた新たな出版

- 「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)の2017年4月からの完全施行
- 2015年COP21で採択された「パリ協定」の発効
- 「net Zero Energy Building」(ZEB)の推進と、普及に向けた取り組み

執筆・編集にあたっての取り組み

- 環境配慮技術の実務者等で構成する「建築物の省エネ設計技術編集委員会」を設置して執筆。
- 「公益社団法人 大阪府建築士会」の編集。
- 「大阪府」の監修。

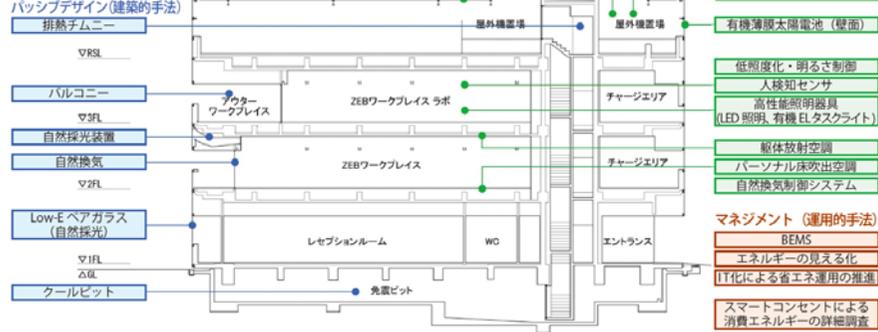
建築事例 (大成建設技術 センター-ZEB実証棟)



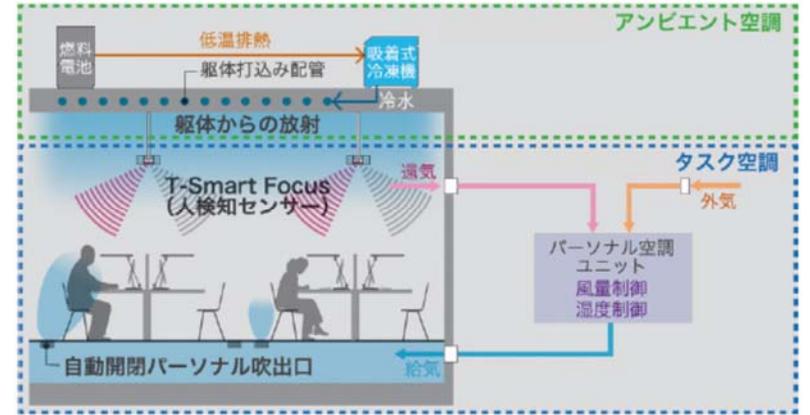
p. 10

■事例概要
所在地：横浜市戸塚区名瀬町 344-1
竣工：2014年5月
設計：大成建設
施工：大成建設
面積：34,821.92m² (敷地) / 1,277.32m² (延面積)
構造・階数：RC造、地上3階・地下0階

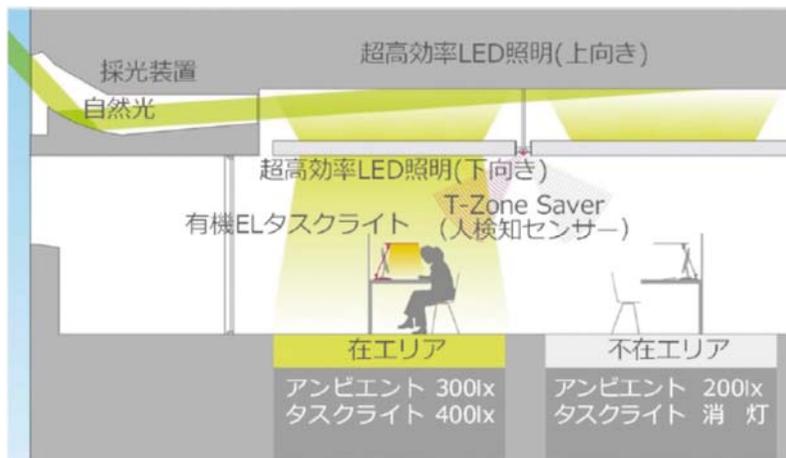
■省エネに関する受賞
地球温暖化防止活動貢献大臣表彰、カーボンニュートラル大賞、他



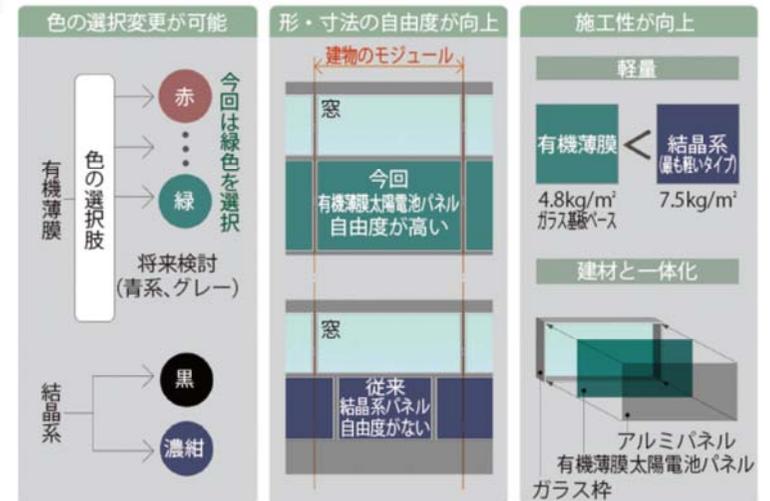
大成建設技術センター-ZEB実証棟 排熱利用タスクアンビエント空調システム



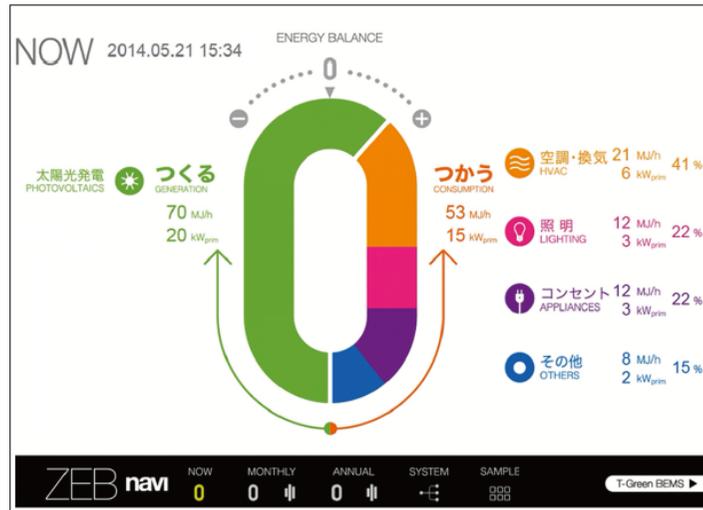
大成建設技術センター-ZEB実証棟 低照度タスクアンビエント照明システム



大成建設技術センター-ZEB実証棟 有機薄膜型太陽光発電外壁ユニット



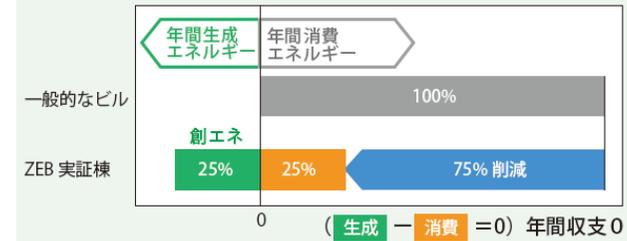
大成建設技術センターZEB実証棟 BEMS(エネルギーの見える化)



大成建設技術センターZEB実証棟 省エネルギー効果

- 省エネルギー効果
 - ・年間冷暖房負荷：約 173MJ / m²・年
(独自計算による延床平均値)
 - ・BE_{ERR}=0.14[※]
(CEC / AC=0.89 CEC / V= - CEC / L=0.28 CEC / HW= - CEC / EV=-)
 - ※平成 11 年基準からの読み替え法による

年間エネルギー収支目標値

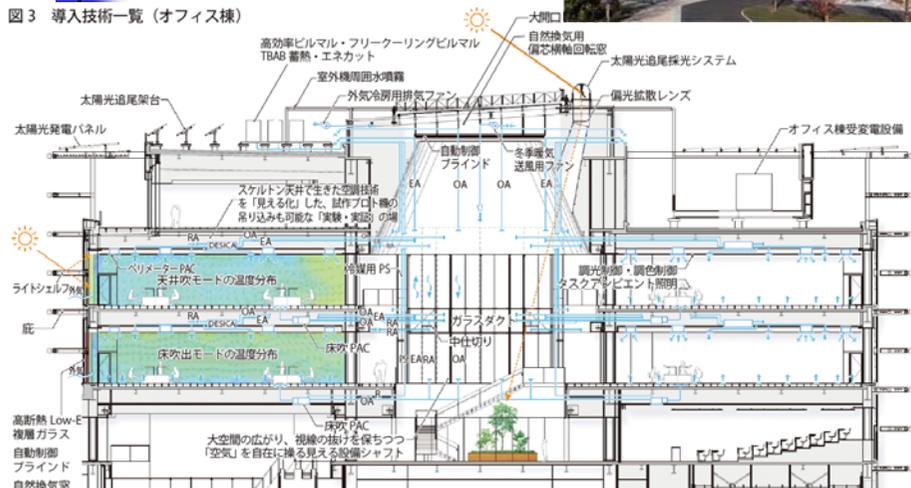


建築事例

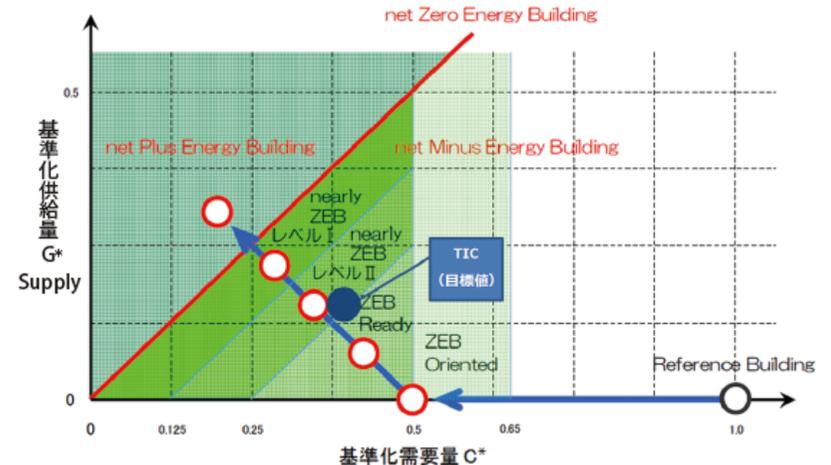
(ダイキン工業
テクノロジー・イノベーション
センター)
p. 12



図 3 導入技術一覧 (オフィス棟)



ダイキン工業テクノロジー・イノベーションセンター 省エネルギー効果



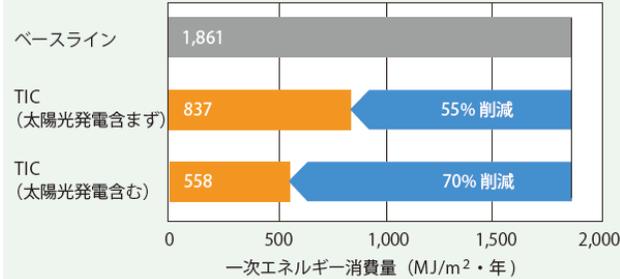
ダイキン工業テクノロジー・イノベーションセンター 省エネルギー効果

■省エネルギー効果

BPI=0.9 BEI=0.58

(BEI / AC=0.74、BEI / V=0.61、BEI / L=0.37、BEI / HW=0.93、
BEI / EV=1)

●年間一次エネルギー消費量



■環境評価

LEED-NC プラチナ、CASBEE 新築 S クラス (BEE=5.8)

建築事例 (清水建設本社)

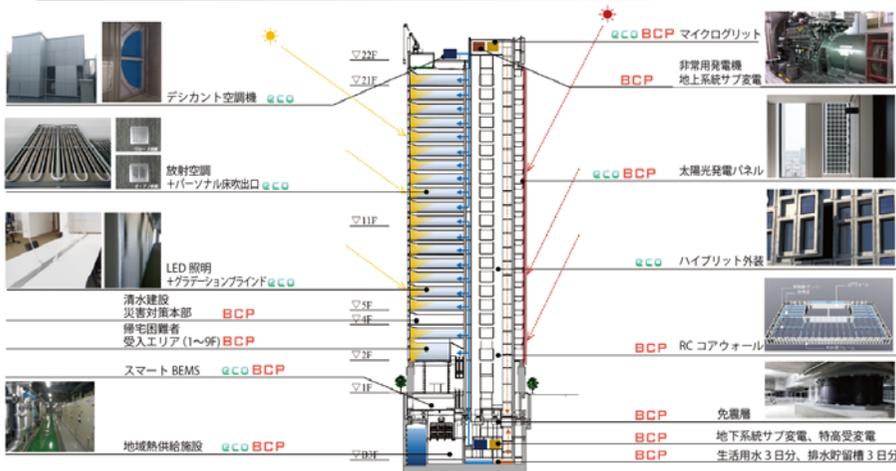
p. 14



- ZEB を目指した省エネ技術の導入
- 高品位なワークプレイスの創出
- 平常時の eco と非常時の BCP を兼ね備えたスマートコミュニティ

建築事例 (清水建設本社)

CASBEE:9.7



建築事例

(浜松信用金庫 駅南支店)

p. 16



- 動的な環境デザインの導入による省エネルギーの実現
- ZEB を目指した再生可能エネルギーの導入

建築事例

(浜松信用金庫駅南支店)

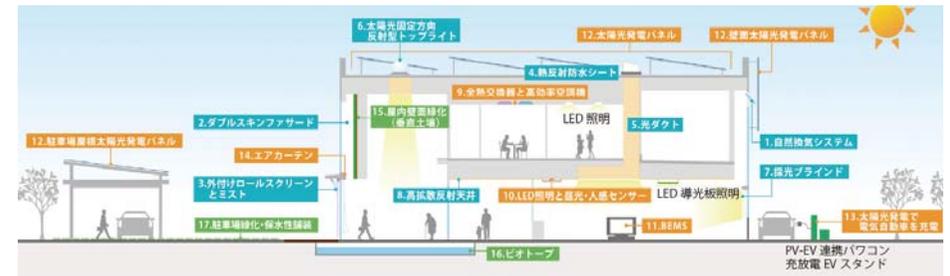


建築事例

(京都銀行 東長岡支店) p. 18



- ダブルスキンファサードを利用した自然換気による室内温熱環境改善
- 光ダクトを利用した自然採光による照明電力低減と作業環境改善
- 太陽光発電を導入し、ZEBを達成

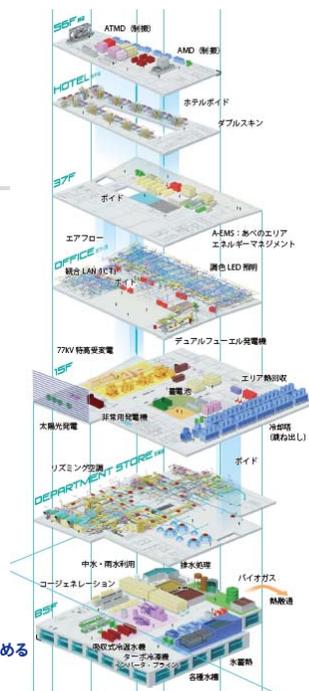


建築事例 p. 20

(あべのハルカス)



- 「自然」「高さ」「複合用途」を活かして、快適性と省エネルギー性を両立
- 3つのアプローチ (アクティブ・パッシブ・コミュニケーション) から省エネ性能を高める



建築事例

(足利赤十字病院) p. 22



- 井水熱利用により高効率空調・給湯熱源システムを構築
- BEMS データの見える化により運用段階のエコ啓発

建築事例

(千里山団地(UR賃貸住宅))

p. 28

- 再生可能エネルギーを導入し、建物のライフサイクルを通じた省エネに配慮
- HEMSの導入により、居住者に対する省エネ啓発



すべて電気でまかなう住宅 **エコオール電化住宅**

対象：ニジ2号棟
エコキュート+高効率エアコン+IHコンロ
(地球にやさしい給湯器) (各住戸1台) (オールメタル対応)



ニジ2号棟 (D-2棟)

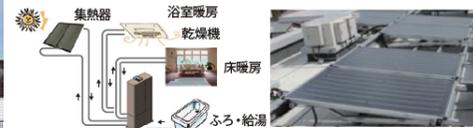
建築事例

(千里山団地(UR賃貸住宅))



太陽光を有効利用する住宅 **ダブルソーラー化住宅**

対象：ニジ3号棟5・6階
ソラモ + 床暖房 + ビルトインコンロ
(太陽熱利用ガス温水システム) (有料) (高性能なガスコンロ)



ニジ3号棟 (E棟)

建築事例

(晴美台エコモデルタウン)

p. 30



- 日本初のネット・ゼロ・エネルギー・タウン
- HEMSによる各住戸・まち全体のエネルギーの見える化
- 日射や卓越風を考慮した土地利用計画

建築事例

(晴美台エコモデルタウン)

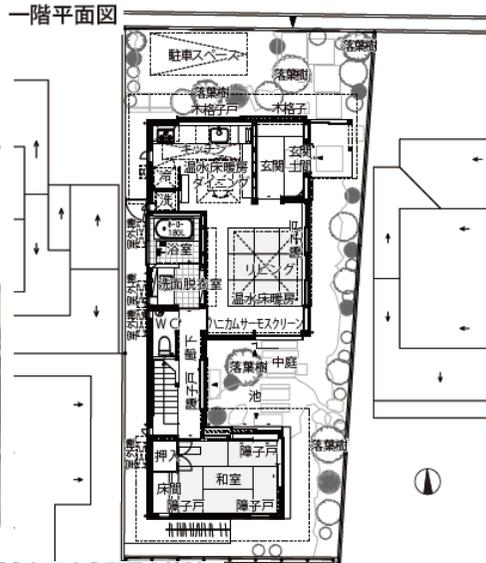


戸建住宅の導入技術

集会場の導入技術

建築事例 (南禅寺の家)

p. 32



- 日照シミュレーションにより、日照が最大限得られるよう配置を検討
- 伝統土壁の熱容量・断熱性能を活かした一次エネルギー消費量の削減
- 光熱費の集計により、設計時の省エネルギー性を確認

建築事例 (南禅寺の家)



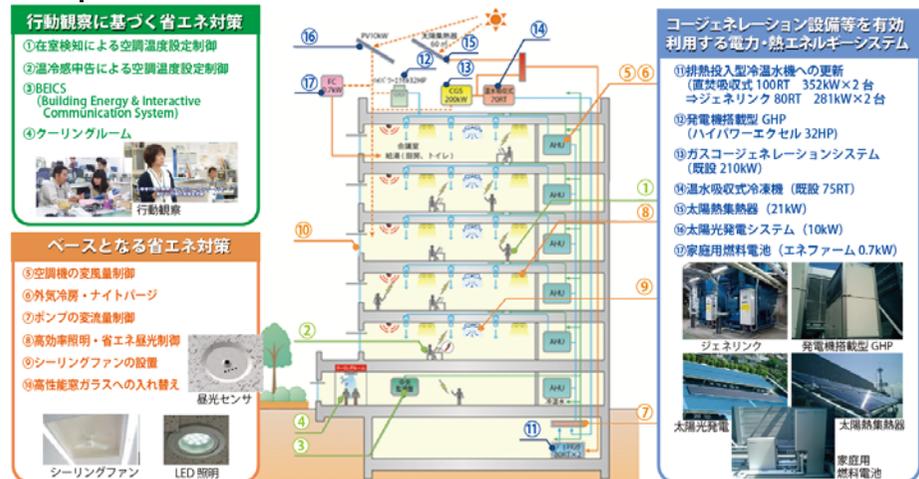
建築事例 (大阪ガス 北部事業所)

p. 34



- 行動観察に基づき入居者の特性に考慮した省エネシステムを導入
- ガスコージェネレーション、ガス空調と再生可能エネルギーを組み合わせた高効率エネルギーシステム
- 高効率照明、VAV、VWV、ナイトパーズ等ベースとなる省エネ対策を積極採用

建築事例 (大阪ガス 北部事業所)



建築事例

(大阪府立中央図書館)

p. 36

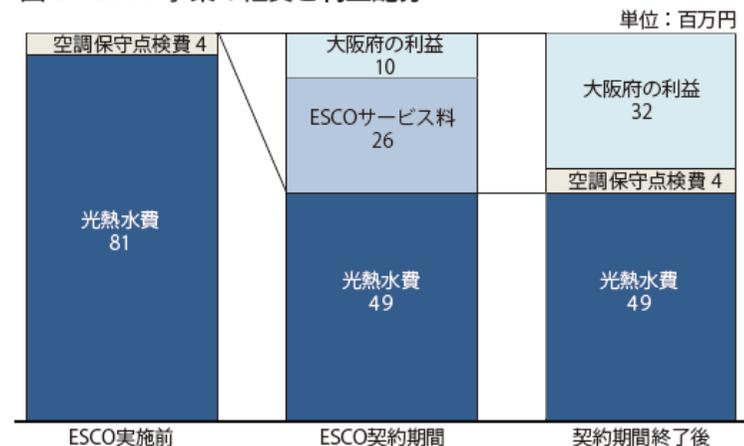


- 民間資金活用型 ESCO 事業で省エネ化を図り、年間 3,600 万円の光熱水費を削減
- 空調システム更新と照明の LED 化で省エネ率 40%超を達成

建築事例

(大阪府立中央図書館)

図 2 ESCO 事業の経費と利益配分



構成

第1章 省エネルギー性能に優れた建築事例

- 環境配慮技術がどのように使われているか、実際の建築事例を紹介
- 大阪府に限らず国内の優れた14事例を見開きでわかりやすく解説
- 省エネルギー効果などを具体的に記載

第2章 建築物の省エネルギー性能に関する制度

- 建築物省エネ法のしくみ、住宅・非住宅の省エネ基準の解説

第3章 建築物の省エネルギー技術

- 7つのカテゴリー、45技術毎に見開きで解説
- 建築用途、床面積、外被性能、エネルギー用途の適用性を明示
- 建築物省エネ法との関係を記載

用語解説など

ターゲット：事務所

p. 90

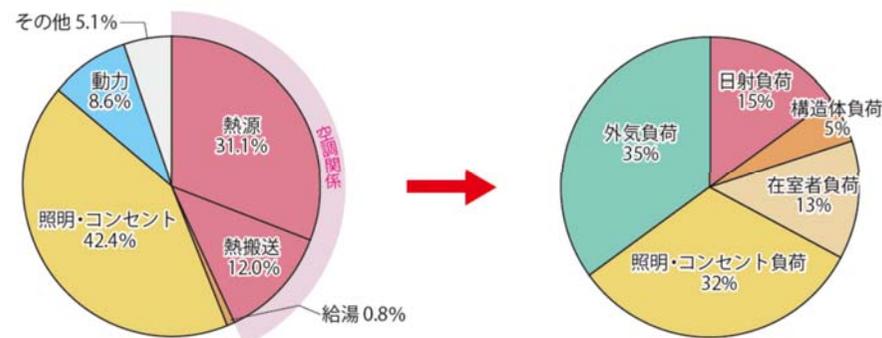


図3 百貨店のエネルギー消費¹⁾

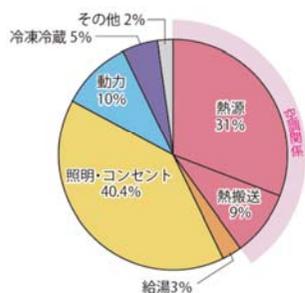


図4 ホテルのエネルギー消費¹⁾

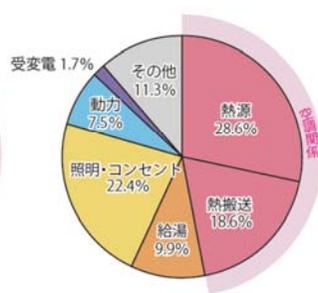
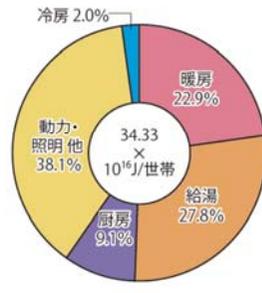


図5 住宅のエネルギー消費(2014年度)³⁾



適用用途

事務所	飲食店・物販店	病院
学校	集会所	ホテル
工場	集合住宅	戸建住宅

適用
建築規模

300m ² 未満
300～2000m ²
2000～5000m ²
5000m ² 以上

外皮性能
への影響

外壁の熱貫流率
屋根の熱貫流率
窓の熱貫流率
窓の日射熱取得率

エネルギー
消費量への影響

空調	給湯
換気	その他
照明	

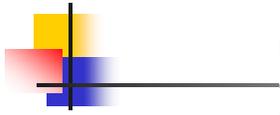
掲載した環境配慮技術項目①

1 外皮性能向上技術

- | | |
|---------------------------|------------------|
| 3-1-1 建物配置計画 | 3-1-6 高反射率化 |
| 3-1-2 断熱材料 | 3-1-7 建築物緑化 |
| 3-1-3 断熱 (RC造・鉄骨造) | 3-1-8 開口部の省エネ性向上 |
| 3-1-4 住宅の外壁断熱 (木造・鉄骨造) | 3-1-9 ダブルスキン |
| 3-1-5 住宅の屋根・天井断熱 (木造・鉄骨造) | 3-1-10 日射制御 |
| | 3-1-11 非住宅の開口部 |
| | 3-1-12 住宅の開口部 |

3-1-1 建物配置計画

- 建物配置、建物形状、またコア位置の工夫で空調と照明エネルギーを低減
- 自然通風や自然採光を利用できる建築計画が重要



3-1-1 建物配置計画

概要 Summary

■日射熱負荷の低減
建物の形状や方位、コアの配置計画などは建物の熱負荷抑制に大きく影響する。基本計画の時点から熱負荷抑制に配慮した適切な配置計画を進めることが重要である。建物の形状と方位やコア位置に関しては図1～2より下記のことを言える。

①建物の形は同じ坪面積・同じ階数であれば、より正方形に近いほうが年間熱負荷が小さい。

②建物の方位は、東西軸に伸びた形の方が、年間熱負荷が小さい。

③コアの位置は、センターコアとした場合は、年間熱負荷が大きくなる傾向がある。

■自然通風の利用
夏期や中間期の自然通風の利用により、冷房エネルギー低減が可能となる。風速補正は、地形、敷地、建物形状に影響を受け、季節や時刻による変動も大きい。風配図(図3)により建物の風向、風速等の配環境を考慮した通風計画が重要である。また、周囲に建物が近接している場合は、効果的な自然通風が確保できない場合もある。

図4は、外部に面した研究室の換気窓から外気を取り入れ、廊下を経由し、階段室型のウィンドチムニーから煙突効果を利用して自然換気を行っている事例である。

■自然採光の利用
自然採光の利点は、演色性の良い光で作業室内を明るく照らすことで、照明エネルギーが低減できることである。欠点は採光をうまく計画しないと直射日光による不快グレアの発生や、熱負荷の増大の可能性がある点である。自然採光を確保するには、窓からの距離が長くないように計画する必要がある。図5は、建物の内側に光庭(中庭)をとり、室内に自然採光を導入した事例である。

省エネ効果 Effect

■パッシブ技術による省エネ
建物の配置計画や形状の工夫による熱負荷の低減と自然通風の利用で空調エネルギーを、自然採光の利用で照明エネルギーを低減することができる。

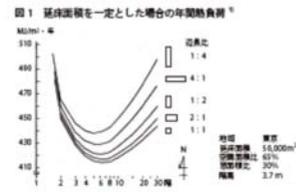
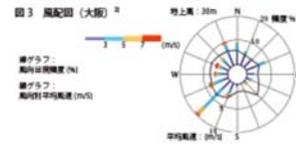


図2 コア位置と年間空調負荷^②

コア位置	中央	北	南	東	西	年間空調負荷 (MJ/m²・年)
1階	600.0	619.9	603.8	613.4	619.0	137.0
2階	627.9	649.2	643.0	644.0	644.0	122.0
3階	644.0	652.1	641.8	649.2	649.2	102.0
4階	649.2	653.0	650.0	661.3	661.3	128.0

③ 地域: 東京
基準階面積: 2,450㎡
階数: 3階
窓面積比: 60%
建物の体積: 30000m³
断熱性能: 1階 0h, 2階以上 200mm A
気候帯: 温暖地
空調方式: 20%
風速: 3.7m/s



3-1-2 断熱材料

p. 94

- 建物の快適性確保と省エネ性能向上のため、断熱は極めて重要
- 建物構造や部位に適した断熱材を選定



3-1-1 建物配置計画

概要 Summary

建物の断熱とは、室内側と室外側の熱移動を遮断して、外気度が室内に伝わりにくくすることである。熱伝導率の低い断熱材を隙間なく施工し、気密性を保つことで熱損失の小さい建物を実現できる。また、建物内外の温度差から生じる結露の発生も防止する。断熱が不十分な場合、空調効率が下がるだけでなく、内部結露で建築物が傷みやすくなるなどの弊害も起こる。断熱性能の高い建物は空調効率が高く、エネルギー消費、二酸化炭素排出量を削減することができる。断熱材の製造過程における温室効果ガスやオゾン層破壊の原因となるフロンガス、さらに人体に有害なVOC(揮発性有機化合物)の発生が少ない材料を選定することも考慮する必要がある。

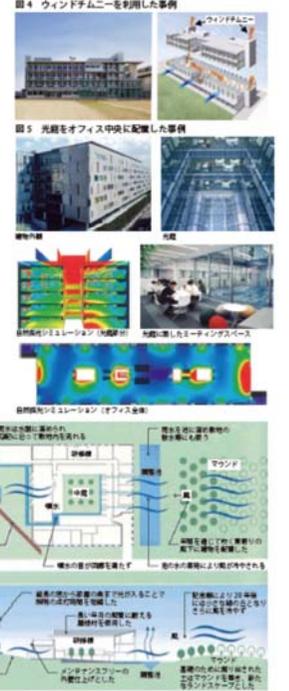
活用の留意点 Attention point

■気密性に配慮した計画
建物配置や建物形状の工夫より、断熱材を低減したり、自然光や自然通風を利用する場合は、建設地の周囲の建物形状や土地利用形態等を把握する必要がある。風速、風向、風速、日射量といった外部環境条件の調査も重要である。立地特性を十分理解し、立地条件に合わせた建物配置、建築計画とし、省エネにはならず、インシャルコストのアップだけに終わる危険性がある。

■事例
図6に学校におけるパッシブ設計の事例を示す。夏期の卓越風が南東であることを踏まえ、南東面に調整池を配置し、水面で冷やされた風を建物内に取り込むことで、冷房を不要としている。また中庭や吹き抜け、分棟配置とすることで豊かな自然採光を享受することが可能となり、エネルギー消費量は、標準的な同規模建物の半分以下となっている。

■断熱省エネ手法との関係
「モデル建物入力支援ツール」や「エネルギー消費性能計算プログラム(非住宅用)」を用いて標準的な形状でモデル化した建物データを入力し、建物配置や建物形状による省エネ性能を検討の上、建物配置や建物形状決定の参考とする。建築計画決定後は、計画通りの詳細な建物データを各プログラムに入力する。自然通風と自然採光の建築物省エネ手法との関係は、【3-1-1-4-1】を参照。

図6 卓越風を考慮して建物配置した事例(神戸建築専門学校)^④



3-1-2 断熱材料

概要 Summary

建物の断熱とは、室内側と室外側の熱移動を遮断して、外気度が室内に伝わりにくくすることである。熱伝導率の低い断熱材を隙間なく施工し、気密性を保つことで熱損失の小さい建物を実現できる。また、建物内外の温度差から生じる結露の発生も防止する。断熱が不十分な場合、空調効率が下がるだけでなく、内部結露で建築物が傷みやすくなるなどの弊害も起こる。断熱性能の高い建物は空調効率が高く、エネルギー消費、二酸化炭素排出量を削減することができる。断熱材の製造過程における温室効果ガスやオゾン層破壊の原因となるフロンガス、さらに人体に有害なVOC(揮発性有機化合物)の発生が少ない材料を選定することも考慮する必要がある。

活用の留意点 Attention point

■断熱材の種類
断熱材には、大きく分けて繊維織物系、木質繊維系、発泡プラスチック系がある。代表的な断熱材を表1に示す。形状別では、「マット状」「板状」「吹付け」タイプがあり、「マット状」には、防湿フィルムで包装されたタイプとマット状のままのタイプがある。

■各断熱材の特徴

① 繊維織物系
*グラスウール(図1)
リサイクルガラスを高湯で溶かして、細いガラス繊維材に加工した断熱材である。床・壁・天井など多くの部位に用いることができ、軽くて施工しやすい。比較的安価で、吸音性や耐久性にも優れるため、最も普及している断熱材である。厚さ、密度が高いほど断熱性能は高くなる。
断熱性に優れた玄武岩や高炉スラグを溶かし、石灰などを混合し繊維状にした断熱材である。防火・耐熱性、撥水性、耐久性、防音・吸音性に優れ、床・壁・天井などに用いることができる。アスベストの代替品として広く使われるようになった。



3-1-2 断熱材料

②木質繊維系

●セルローズファイバー (図3)
天然木質繊維を用いたもので、湿気を吸収、放出する機能をもち、断熱材の内面結露を低減する性能もある。防音性や防虫性にも優れている。

③発泡プラスチック系断熱材

軽量で吸水性が小さく軽く、断熱性に優れている。

●ビーズ法ポリスチレンフォーム (図4)
ポリスチレン樹脂に発泡剤などを加えてビーズ状にしたものを発泡させた断熱材である。ひとつひとつの粒の中に気泡を持つ断熱材で、水や湿気に強く、軽量なので加工性や施工性にも優れている。

●押出法ポリスチレンフォーム (図5)
ポリスチレン樹脂などに、難燃剤や発泡剤を混ぜ、押し出しながら成形した板状の断熱材である。薄くても断熱効果が高い断熱材で、水に強く、耐吸湿性も優れる。外断熱にも適している。

●硬質ウレタンフォーム (図6)
ポリイソシアネートとポリオールを主原料に、発泡剤や難燃剤などを加えた断熱材である。細かい独立気泡で形成されている。気泡に熱を伝えにくいガスが含まれているので、断熱性も優れており、板状タイプや現場で直接吹き付けるタイプがある。

●フェノールフォーム (図7)
フェノール樹脂に発泡剤などを加えてボード状にした断熱材である。素材の安定性が高く、断熱性に優れている。

④真空断熱材

硬質ウレタンフォーム系やグラスウールに比べ5~9倍程度高い断熱性能を持つ真空断熱材 (熱伝導率 0.0012W/m・K) が開発されている (図8)。これは多孔質真材をプラスチックのラミネートフィルムで被覆し、内部を減圧封鎖止することで、高い断熱性能を保持している。従来の断熱材に比べ断熱層を大幅に薄くできる。改修工事の断熱強化工事にも有効な工法である。

図5 押出式ポリスチレンフォーム[®]



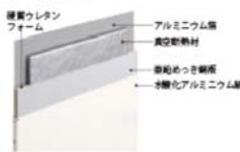
図6 硬質ウレタンフォーム[®]



図7 フェノールフォーム[®]



図8 真空断熱材[®]



3-1-2 断熱材料

表1 各種断熱材の特徴

		熱伝導率 [W/m・K]	防火性	環境性	耐久性	価格	形状
無機繊維	高性能グラスウール	24K相当 0.036	○	◎	◎	○	マット状
	ロックウール	16K相当 0.038					
木質繊維系	吹込用セルローズファイバー 25K	0.036~0.047	◎	○	◎	◎	マット状・吹込み
	吹込用セルローズファイバー 25K	0.040	△	○	○	○	吹込み
発泡プラスチック系	ビーズ法ポリスチレンフォーム	0.034~0.0043	△	△	○	○	板状
	押出法ポリスチレンフォーム	0.028~0.040	△	△	○	○	板状
	硬質ウレタンフォーム	0.023~0.040	△	△	○	△	板状・吹付け
	フェノールフォーム	0.022	△	△	○	△	板状

3-1-3 断熱(RC造・鉄骨造) p. 96

- 省エネ性能向上のため外皮の断熱は必須
- 断熱は建物の快適性向上と建物保護に貢献

3-1-3 断熱(RC造・鉄骨造)

図1 内断熱と外断熱

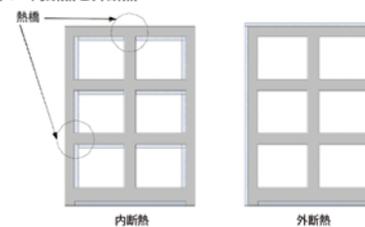


図2 外壁の内断熱の事例

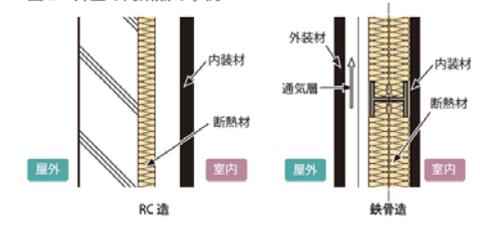


図5 断熱仕様と空調負荷 (事務所)¹⁾

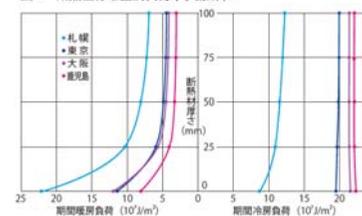
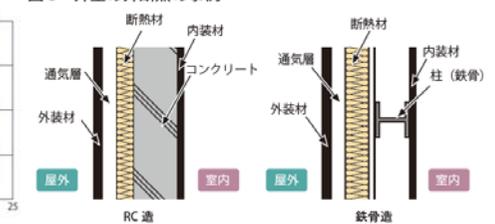


図3 外壁の外断熱の事例



3-1-3 断熱(RC造・鉄骨造)

図6 外断熱と内断熱の温度と湿度分布

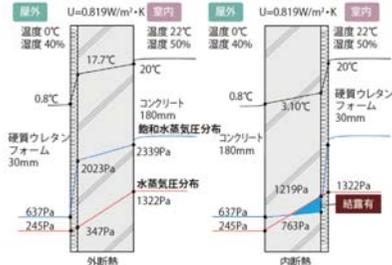


図7 建物隅部の温度の事例(天井角部)

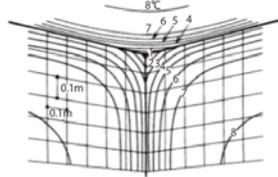
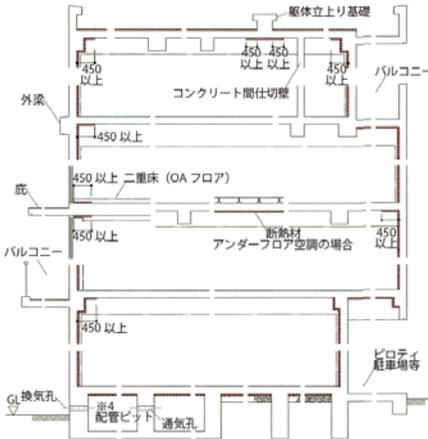


図8 断熱箇所



3-1-3断熱(RC造・鉄骨造)

表1 「モデル建物法入力支援ツール」上の主要入力項目と留意点

区分	主要入力項目	留意点
外皮	外皮 PAL12,13,14 外壁・屋根・外気に接する床の平均熱貫流率 「断熱仕様入力シート」①断熱仕様名称、②部位種別、③④断熱材種類、⑤熱伝導率、⑥厚み、⑦熱貫流率	・断熱工法による入力方法の違いはない ・表面結露や内部結露の計算は別途チェックすることが望ましい

表2 「エネルギー消費性能計算プログラム(非住宅版)」上の主要入力項目と留意点

区分	主要入力項目	留意点
空調設備	「外壁構成入力シート」③熱貫流率、④建材番号、⑤建材名称、⑥厚み	表1と同じ

3-1-4 住宅の外壁断熱 (木造・鉄骨造)

p. 98

- 断熱はメンテナンスが不要で、長期に渡り住宅の省エネ性を向上させる
- 省エネ性だけでなく居住性(健康・快適性)も向上
- 誤った設計・施工は、壁体内結露などの問題を生じる

3-1-4 住宅の外壁断熱 (木造・鉄骨造)

図1 外壁の断熱工法分類

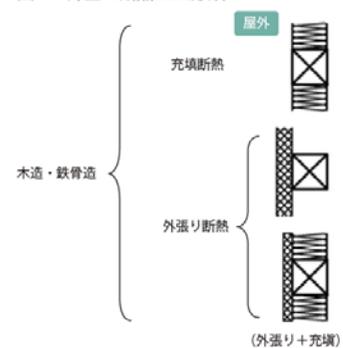
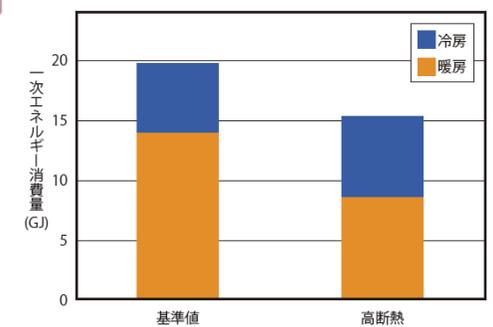


図3 断熱性能の違いによる暖冷房エネルギーの比較
(延床面積 120.08m²、空調設備: ルームエアコン)



3-1-5 住宅の屋根・天井断熱 (木造・鉄骨造)

p. 100

- 屋根断熱、天井断熱それぞれ特徴があり、小屋裏の利用方法により使い分けるとよい

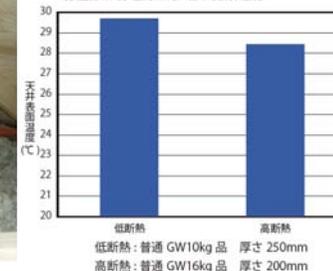
3-1-5 住宅の 屋根・ 天井断熱 (木造・ 鉄骨造)

図2 天井フローイング工法



■断熱材

図3 天井断熱性能の違いによる室内側表面温度の違い
(小屋裏50℃、室内28℃における計算結果)



屋根断熱では板状で平滑面への施工がしやすい発泡系断熱材（ポリスチレンフォーム、ウレタンフォーム等）が使用されることが多く、省エネ基準をクリアするためにはポリスチレンフォームであれば115mm程度の厚さが必要となる。

天井断熱では天井下地材の上に敷き詰めていくため、柔軟性が高く、コストも抑えられる繊維系断熱材（グラスウール、ロックウール等）が主に用いられ、省エネ基準をクリアするためには高性能グラスウール（16kg品）であれば160mm程度の厚さが必要となる。またグラスウール、ロックウールやセルローズファイバーなどの素材を綿状にして専用の機械で吹き込むフローイング工法（図2）なども用いられ、隙間のない断熱施工がしやすい。

3-1-6 高反射率化

p. 102

- 高反射率化技術を建物屋上に採用して、冷房負荷を低減
- ヒートアイランド現象抑制に効果

3-1-6 高反射率化

図1 高反射塗料の明度と日射反射率の関係（全波長域）¹⁾

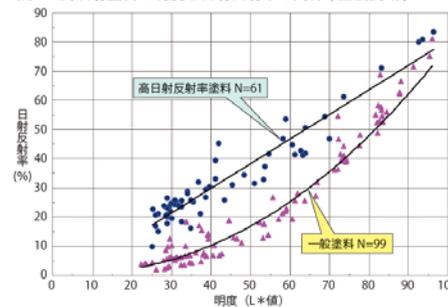
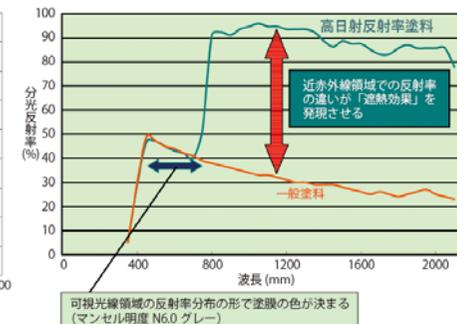


図3 高日射反射率塗料と一般塗料の分光反射スペクトル¹⁾



3-1-7 建築物緑化

p. 104

- 屋上緑化や壁面緑化による断熱効果により省エネルギーを実現
- ヒートアイランド現象の抑制、景観の向上、鳥や昆虫などの生物多様性の向上に貢献

3-1-7 建築物緑化

■屋上緑化

●在来工法

地上緑化の手法を屋上で展開する手法で高木の設置も可能である(500~1000kg/m²)。土壌は自然土壌を改良して使用する。

●人工軽量土壌工法

排水と保水性性能を高めた人工土壌層を組み合わせた工法で、土壌厚さ400ミリ程度あれば中木の植栽も可能である(100~500kg/m²)。屋上の部分緑化手法として多く用いられている(図1)。

●薄層緑化工法(図2、図3)

人工軽量土壌を用いた薄層の緑化手法で、セダムや芝生を用いた保水排水機能付きユニットタイプ等が多種類出ている(30~100kg/m²)。容易に全面屋上緑化を可能とする工法である。

■壁面緑化

●ツルを用いた工法

誘引用ワイヤーやメッシュを利用した手法やフロアごとにコンテナを水平に設置し、ツル植物を登はんまたは下垂させる工法がある。

●低木類を用いた工法

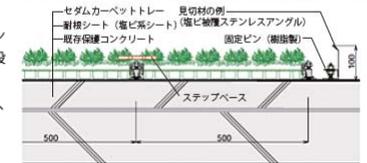
フロア間に数段のコンテナを水平に設置し、ハイビクションやハーブ等の地被低木を植え込むコンテナ多段工法は、設置直後から壁面全体を覆うことが可能である(図4)。

そのほか緑化ルーバー(図5)、緑化コンクリート(図6)、垂直土壌基礎工法などの手法も開発され採用されている。

図1 大規模屋上緑化の事例



図2 薄層緑化工法の事例



3-1-8 開口部の省エネ性向上

p. 106

- 窓廻りシステムにより遮熱・断熱および空調負荷の低減が可能
- エアフローウィンドウやダブルスキンなどの採用により、開口部の省エネ性能が向上
- 建築ファサードや窓廻り設計に影響するため計画段階からの検討が必要

3-1-8 開口部の省エネ性向上

図1 窓廻り空調システムの分類¹⁾

		小		窓面積		大	
		低				高	
		熱特性(断熱性・日射遮蔽性)					
断熱システム	新熱	シングルガラス▶ペアガラス		Low-Eガラス	エアハリア	エアフローウィンドウ	ダブルスキン
	日射遮蔽	内部ブラインド▶熱反射ガラス		外付ブラインド			
空調システム	併用方式	ペリメータ専用方式		併用方式		ペリメータレス方式	
	シミュレーション	1) ファンコイルユニット 2) エアコン方式 3) ペリメータ空調機方式(専用冷暖房機の設置)		1) リニアファン 2) 補助暖房パネル(補助的設備の設置)		インテリアゾーンと同一系統で対応(ペリメータ専用設備は設けない)	

■エアハリア

窓ガラスとブラインド間に通風させることでエアカーテンの状態をつくり、窓近傍の熱負荷を処理する方式。エアハリア用として窓下部にファンユニットなどを置き、上部に送風することで通過空気量を確保することができる。

■エアフローウィンドウ

ブラインドを内蔵した二重ガラスの内部に通風することで、エアカーテンの状態をつくりだし、窓の断熱性と日射遮蔽性を向上させる方式。

室内空気を窓の下部から吸い込ませ、天井裏に設けた排気ファンにより二重ガラス内部の空気を排気する方法が多い。

■ダブルスキン³⁻¹⁻⁹

外壁面の外側をさらにガラスで覆うことでダブルスキン化し、その間にブラインドやルーバーを設けることで、夏期にはダブルスキン内にためた熱を上昇気流を利用して外部に排出し、冬期にはダブルスキン内を温室状態にすることで冷射を防止し、室内からの熱損失を軽減する方式。

3-1-8 開口部の 省エネ性 向上

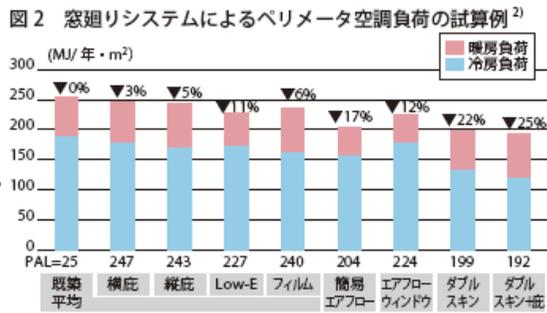


表1 窓廻りシステムによる外皮性能の例³⁾

窓形状	ポツ窓・横連窓	フルハイト	フルハイト	フルハイト
			ルーバー・庇など併用	ダブルスキン・エアフロー
窓高さ	1.8mH	2.8mH	2.8mH	2.8mH
ガラス仕様	フロート・複層	熱線反射	Low-E	Low-E
窓面積率 ^{#1}	43%	67%	67%	67%
開口部性能 ^{#2}	熱貫流率 [W/m ² ・K]	5.0	2.5	1.2
	日射遮へい係数 SC [-]	0.6	0.4	0.2

※1 階高 4.2m の場合

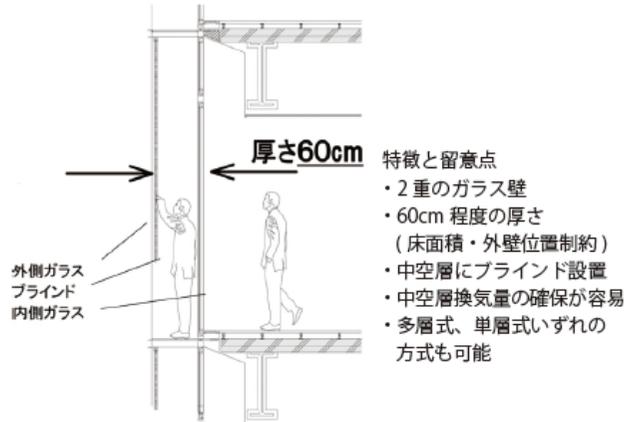
※2 代表的な性能値の例を記載

3-1-9 ダブルスキン

- ガラス外皮でありながら省エネルギーを実現
- 動力を用いない、パッシブ型省エネシステム

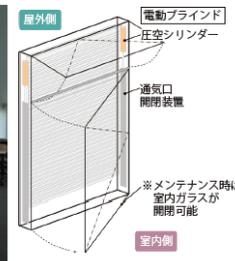
3-1-9 ダブルスキン

図1 一般的なダブルスキン断面イメージ

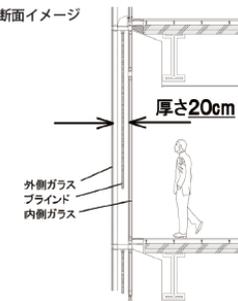


3-1-9 ダブルスキン

図2 内外サッシ一体化薄型ダブルスキン
メンテナンス時写真 ユニット構成



断面イメージ



- 特徴と留意点
- ・ 2重のガラス壁
 - ・ 20cm 程度の薄型 (一般外壁同等)
 - ・ 中空層ブラインドはメンテナンスを室内から実施
 - ・ 中空層が薄いため、換気量確保に工夫が必要
 - ・ 多層式でも 3~4層程度で区切る

3-1-10 日射制御

● 様々な手法による日射制御で空調と照明エネルギーを低減

3-1-10 日射制御

図1 水平ルーバー (左)と垂直ルーバー (右)



図2 内ブラインド (左)と外ブラインド (右)



図3 ライトシェルフ¹⁾



図4 日射制御と遮蔽係数²⁾

	遮蔽係数
	0.9 0.8 0.7 0.6 0.5 0.4 0.3 0.2 0.1
半分下ろした室内ロールブラインド	0.8
全部下ろした室内ロールブラインド	0.7
全部下ろした室内ベネシャンブラインド	0.6
室内厚手カーテン (350g/m)	0.5
吸熱ガラス (6mm)	0.4
吸熱複層ガラス (5-6-5)	0.3
表面特殊コーティングガラス	0.2
ガラスブロック	0.1
外部日除けスクリーン	0.0
南側連続した庇	0.0
布またはベネシャン日除け	0.0
西面の外部垂直フィン	0.0
外部可動ルーバー (水平・垂直)	0.0
樹木の陰	0.0

注1) D, M, L, ALは色彩・材料による反射率の段階による区分で下に示す通りである。
 D: 反射率 20% 以下, M: 同 20 ~ 50%, L: 同 50% 以上, AL: アルミニウム 同 85%
 注2) 表面特殊コーティングの係数の幅は色調、コーティング種類などによる。
 注3) 樹木の陰はしげみの濃さにより、L: 軽いしげみ、D: 濃いしげみ、に分類している。

3-1-10 日射制御

図5 方位直達日射量²⁾

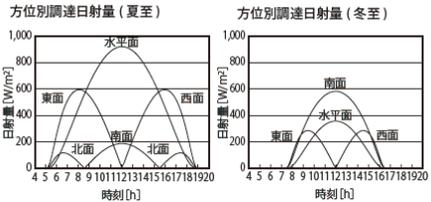


図6 ブラインドの効果³⁾

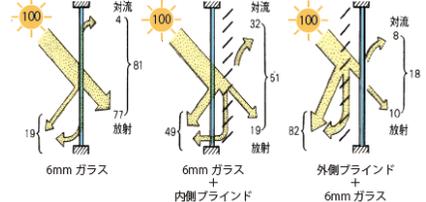
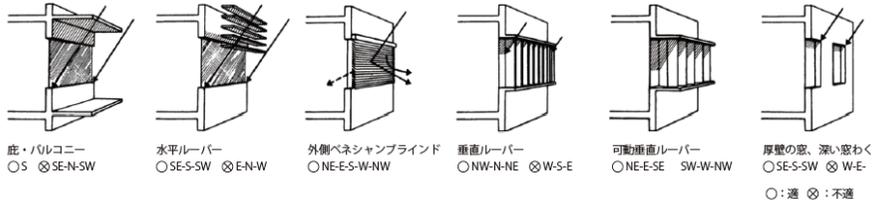


図7 様々な日射遮蔽手法³⁾



3-1-10 日射制御

概要 Summary

■日射制御手法
 主な日射制御手法としては、庇、水平・垂直ルーバー、内外ブラインド、スクリーン、オーニング、アウトフレーム、ライトシェルフがある。

■水平ルーバー・垂直ルーバー
 窓面への防雨機能がある水平庇は、南向設置の場合、夏は日射遮蔽・冬は日射侵入の制御を果たす(図1)。東や西面に設置した場合、太陽高度が低いため日射遮蔽効果が小さくなる。南風庇や垂直ルーバーは、真東・真西に対しては幾何型の庇の角度を定めるなどの工夫が必要である。

図1 水平ルーバー (左)と垂直ルーバー (右)



図2 内ブラインド (左)と外ブラインド (右)



図3 ライトシェルフ¹⁾



■室内ブラインド・外ブラインド

室内に設置する内ブラインドは、時々刻々と変化する日射条件に、自動や手動で容易に開閉やスラット(羽根)の角度を調整が可能な便利な装置である(図2)。上下でスラット角度や反射率を変えたり、断熱機能を持たせた多層ブラインドが開発されている。日射量と太陽高度に追従する自動ブラインドも採用されている。外ブラインドは、外部に設置するため日射負荷低減には効果があるが、設置が大がかりとなるためコストアップになる。

■ライトシェルフ

窓面の下部では室内への日射の侵入を抑制し、窓面の上部では天井に向けて反射させた自然光を取り込むことができ、自然採光利用と日射負荷低減の両立を図ったシステムである(図3)。

■省エネ効果 Effect

日射制御の効果を示す指標に日射遮蔽係数がある。これは3mm厚の透明板ガラスの室内に流入する日射量を基準とした値で、数値が小さいほど日射の遮蔽効果が大い。図4に各種日射制御方式と日射遮蔽係数を示す。これによる建物と一体的な工夫や樹木は日射の遮蔽効果が大きく、内部に設ける構造的な工夫の遮蔽効果は小さい。同じベネシャンブラインドであっても外部に設けた方が遮蔽効果は大い。

図4 日射制御と遮蔽係数²⁾

	遮蔽係数
	0.9 0.8 0.7 0.6 0.5 0.4 0.3 0.2 0.1
半分下ろした室内ロールブラインド	0.8
全部下ろした室内ロールブラインド	0.7
全部下ろした室内ベネシャンブラインド	0.6
室内厚手カーテン (350g/m)	0.5
吸熱ガラス (6mm)	0.4
吸熱複層ガラス (5-6-5)	0.3
表面特殊コーティングガラス	0.2
ガラスブロック	0.1
外部日除けスクリーン	0.0
南側連続した庇	0.0
布またはベネシャン日除け	0.0
西面の外部垂直フィン	0.0
外部可動ルーバー (水平・垂直)	0.0
樹木の陰	0.0

注1) D, M, L, ALは色彩・材料による反射率の段階による区分で下に示す通りである。
 D: 反射率 20% 以下, M: 同 20 ~ 50%, L: 同 50% 以上, AL: アルミニウム 同 85%
 注2) 表面特殊コーティングの係数の幅は色調、コーティング種類などによる。
 注3) 樹木の陰はしげみの濃さにより、L: 軽いしげみ、D: 濃いしげみ、に分類している。

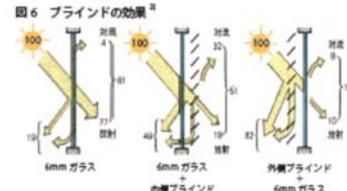
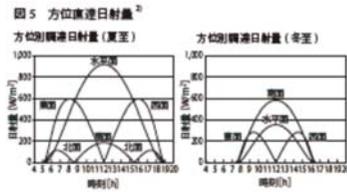
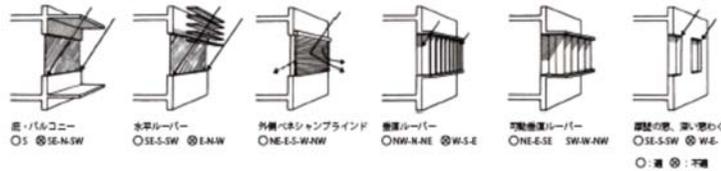
3-1-10 日射制御

活用の留意点 Attention point

図5の方位別の高緯日射量の時刻変化より、夏至では正午頃に水平面の受ける日射量が最大となり、午前は東面、午後には西面が受ける日射量が最大となる。これより夏期は屋根面や庇により、太陽高度の高い日射を防ぎ、朝方と夕方太陽高度の低い日射の対策が重要であることがわかる。冬至では正午頃南面の受ける日射量が最大となる。これより冬期においては、南面の日照をいかに確保するかが重要であるがわかる。

日射を取り入れる開口部は、採光と、夏期・中間期の日射遮蔽、冬期の日射取得を考慮した計画が要求される。日射遮蔽は室内に入射する日射を遮ることで、冷房負荷を大きく削減できる。日射遮蔽は、開口部の外側で行い、室内側に日射を入れないこと、ガラスをLow-E等の高性能とすることが重要である。室内に入った日射については、日射遮蔽効果は落ちるが室内設置のブラインド、スクリーン等により、さらに制御することになる(図6)。南面の庇や水平ルーバーは、高度の高い夏の日射を遮蔽し、高度の低い日射を室内奥深くまで取り入れることが可能である。様々な日射遮蔽手法を図7に示す。

図7 様々な日射遮蔽手法¹⁾



3-1-11 非住宅の開口部 p. 112

- 開口部の省エネ性能はガラス、サッシの選択が重要
- 断熱・遮熱性能に優れた開口部が省エネには効果的

3-1-11 非住宅の開口部

表1 ガラス単体の熱性能¹⁾

ガラス種類	ガラスの熱貫流率 [W/m ² ・K]	ガラスの日射熱取得 [-]
単板ガラス	6.0	0.88
透明複層ガラス	2.9	0.79
Low-E 複層ガラス (日射取得型)	1.8	0.64
Low-E 複層ガラス (日射遮蔽型)	1.8	0.40

表2 サッシフレーム単体²⁾

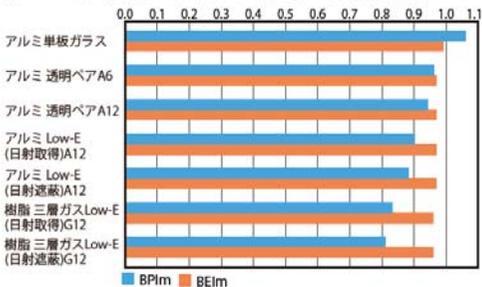
材質	熱貫流率 [W/m ² ・K]
アルミ	6.6
アルミ樹脂複合	4.7
樹脂	2.2

表3 窓の熱性能¹⁾

	アルミサッシ	アルミ樹脂複合サッシ	樹脂サッシ
単板ガラス	6.1/0.70	5.5/0.70	4.7/0.63
透明ペア A12	3.8/0.63	3.4/0.63	2.9/0.57
Low-E (日射取得) A12	3.0/0.51	2.7/0.51	2.3/0.46
Low-E (日射遮蔽) A12	3.0/0.32	2.7/0.32	2.3/0.29

※表中の数値は、熱貫流率 [W/m²・K] / 日射熱取得率 [-] を示す。

図1 モデル建物法によるガラス別の省エネ効果の検討



※ BPIm = 設計 PAL* 値 / 基準 PAL* 値
BEIm = 設計一次エネルギー消費量 / 基準一次エネルギー消費量

3-1-11 非住宅の開口部

表4 モデル建物法によるガラス別の省エネ効果の検討¹⁾

サッシ種類	ガラス種類	ガラス建築確認番号	開口部熱貫流率 [W/m ² ・K] (ブラインド付)	開口部日射熱取得率 [-] (ブラインド付)	BPIm	BEIm
アルミ	単板ガラス	T	5.27	0.50	1.06	0.99
アルミ	透明ペア A6	2FA06	3.68	0.46	0.96	0.97
アルミ	透明ペア A12	2FA12	3.38	0.46	0.94	0.97
アルミ	Low-E (日射取得) A12	2LgA12	2.74	0.38	0.90	0.97
アルミ	Low-E (日射遮蔽) A12	2LsA12	2.74	0.25	0.88	0.97
樹脂	三層ガラス Low-E (日射取得) G12	3WgG12	1.52	0.30	0.83	0.96
樹脂	三層ガラス Low-E (日射遮蔽) G12	3WsG12	1.52	0.19	0.81	0.96

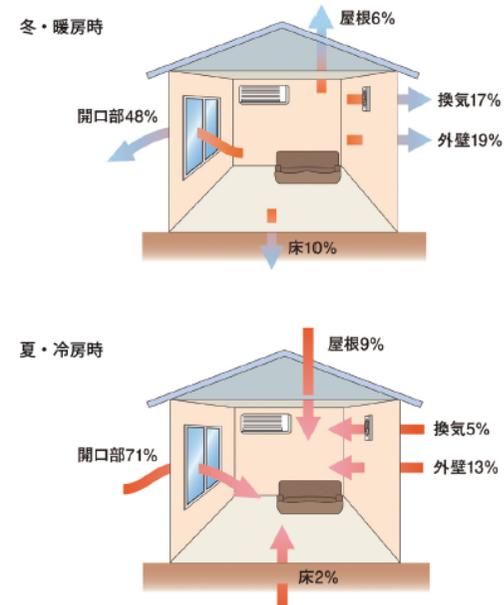
※表中の数字は 熱貫流率[W/m²・K]/日射熱取得率[-]を示す。

3-1-12 住宅の開口部 p. 114

- 高断熱化で暖房にかかるコストを抑える
- 暖房時は高断熱化で室内側表面温度が高まり、窓からの冷気を抑えられる
- シェードなどの窓付属部材で夏期の日射を遮り、冷房コストを抑える

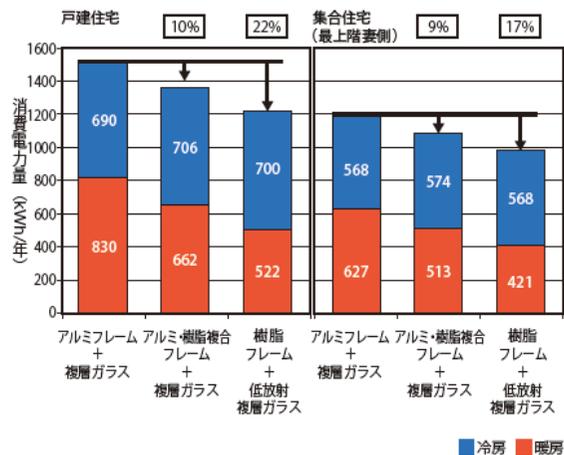
3-1-12 住宅の開口部

図1 暖冷房時に移動する熱の割合¹⁾
(地域区分: IV地域、平成4年(1992)年基準の場合)



3-1-12 住宅の開口部

図3 年間の暖冷房にかかる消費電力量の比較²⁾



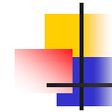
掲載した環境配慮技術項目②

2 空気調和設備

- 3-2-1 タスクアンビエント空調
- 3-2-2 中央熱源機器 (電気)
- 3-2-3 中央熱源機器 (ガス)
- 3-2-4 個別分散空調 (電気)
- 3-2-5 個別分散空調 (ガス)
- 3-2-6 住宅の空調
- 3-2-7 床暖房
- 3-2-8 蓄熱設備
- 3-2-9 搬送エネルギー低減 I (VAV・VWV)
- 3-2-10 搬送エネルギー低減 II (他の方式)

3-2-1 タスクアンビエント空調

- 個人の嗜好、状態に応じてタスク域の快適性や知的生産性を向上させる
- アンビエント域の設定条件緩和に伴う省エネ性に寄与することが期待される
- レイアウト変更に対応したタスク空調のあり方を検討しておく必要がある



3-2-1 タスクアンビエント空調

■床吹出し空調

床吹出し空調は室内空間のタスク地域である居住域（床から床上約1.8m程度）を快適空間にすることを目標としており、床下ダクト、あるいは直接床下空間を利用し、床面の吹出し口を通じて空調空気を供給する（図1）。居住域に直接気流を供給するため、居住域を効果的に冷却し、空気質を向上できる反面、冷房時の吹出温度は20℃程度とあまり低くできない。一方で、温度成層が生じやすいため、アンビエント域である天井付近の温度が高くなり、吹出し吸込み温度差が確保できる。

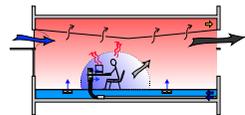
■ディスプレイメント空調（置換空調）

床面付近の比較的大型の吹出し口より低速で給気し、室内で発生する負荷により温度上昇とともに上昇する空気を天井面付近で還気（排気）することで、効率よく居住域を空調するシステム。

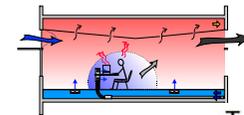
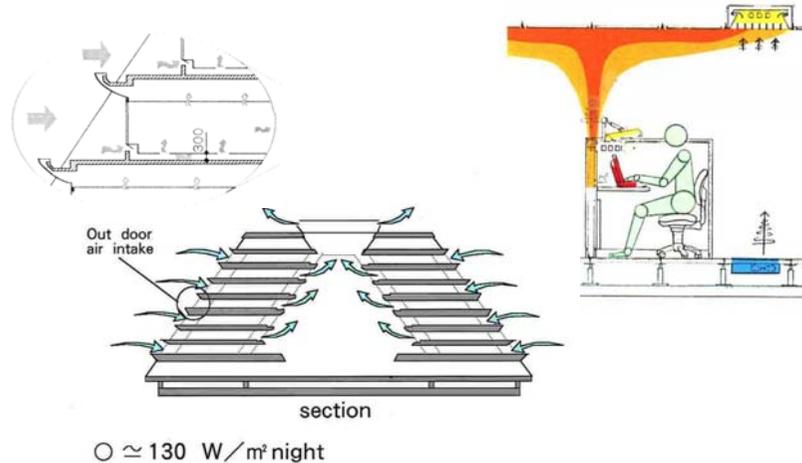
静穏な気流により、床吹出し空調以上に温度成層の発生を促し、効果的な空調が可能である。

■パーソナル空調

代表的なタスク空調。個々人で感じる温熱感が異なるため、すべての人の温熱感を満足させるためには、個々人を対象とした空調を設けることが重要である。床吹出し空調の吹出し口を個々人に対応することでパーソナル化を図ったり、個人専用の吹出し口を机上やパーティション内に設置することで、個々人の好みに対応した温熱・空気質環境を作りだすことができる（図2）。



非均質空調を目指した事例



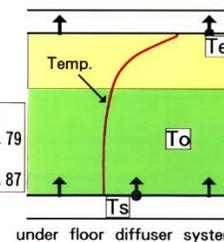
非均質空調の効果

Temperature Effectiveness : TE

$$\text{TE} = (T_e - T_s) / (T_o - T_s)$$

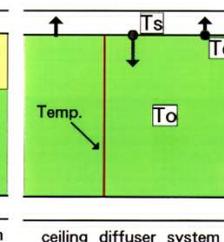
非均質空間

CFD:
TE=1.79
Field:
TE=1.87



under floor diffuser system

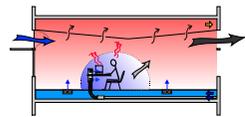
均質空間



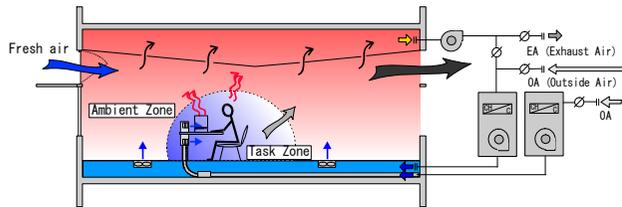
ceiling diffuser system (Perfect Mixing)

TE=1.0

空調の省エネルギー
3割を達成



パーソナル空調 (タスク&アンビエント空調)

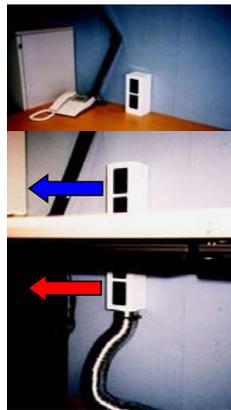


アンビエントゾーンは省エネを考慮して穏やかに空調。
タスクゾーンは個人の好みの温度を実現。

冷風

温風

吹出風量、風向は、各個人で簡単に調整可能。
タスク吹出口は取り外し可能。



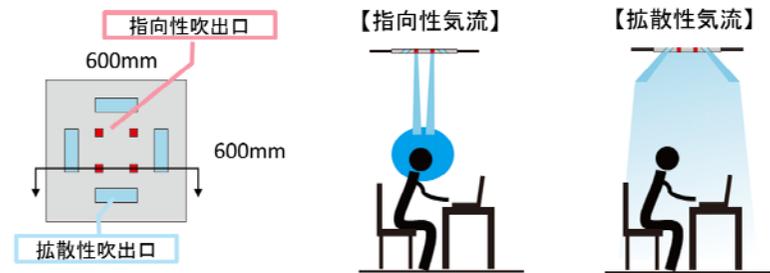
指向・拡散切換可能吹出口

◆指向性吹出口 (30mm × 30mm)

【夏期】気流感を与えるため、人体首筋付近に送出
【冬期】コールドドラフトを抑えるため、足元付近に送出

◆拡散性吹出口 (50mm × 180mm)

ドラフト感を抑えるため、45° の角度で送出



実験結果(夏) ① 温熱環境測定

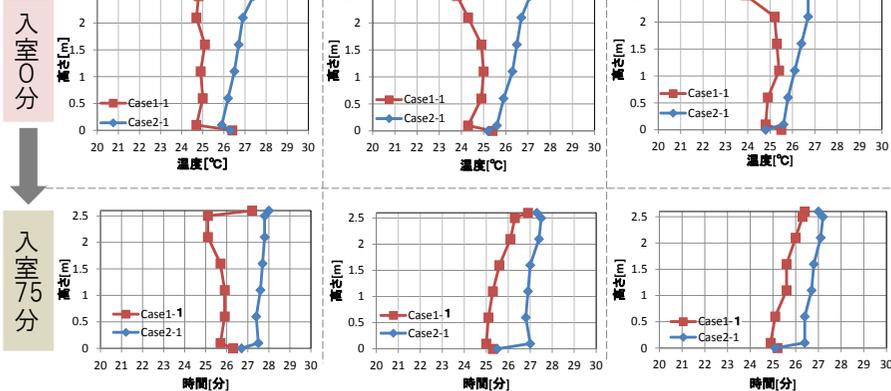
上下温度分布

Case1-1 在来空調室26℃ Case2-1 パーソナル空調室28℃

西(人体)

中央

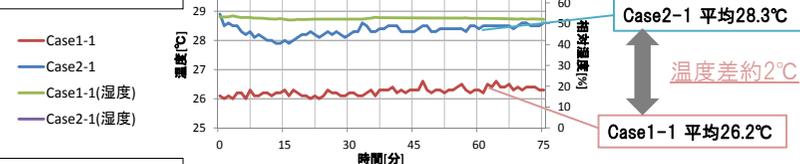
東(廊下)



時間経過に伴って分布が上昇

実験結果(夏) ② 快適性の検証

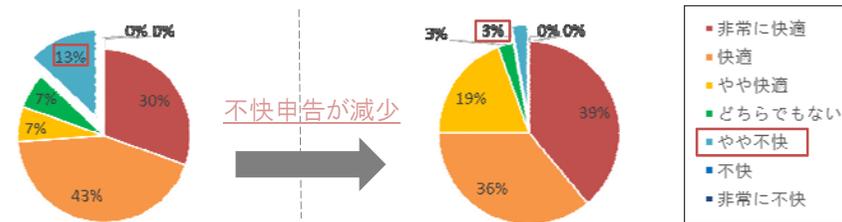
人体付近温湿度



快適性アンケート

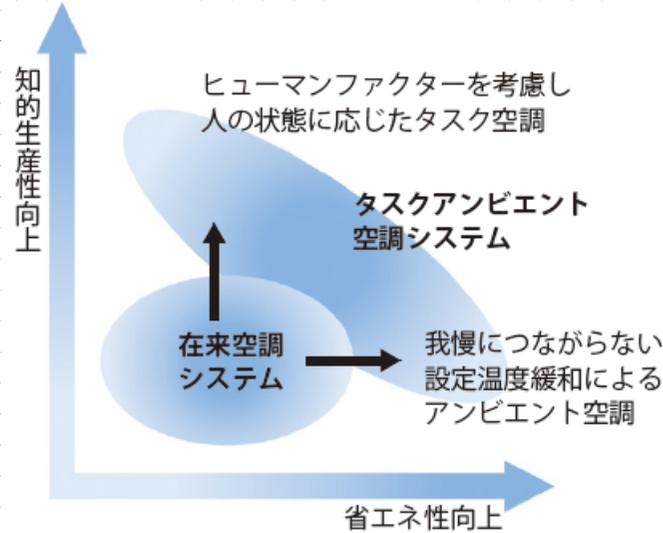
Case1-1 在来空調室

Case2-1 パーソナル空調室



不快申告が減少

ヒューマンファクターを考慮した空調



3-2-2 中央熱源機器(電気)

- 高効率なヒートポンプを活用することにより、大幅な省エネを実現
- インバータ制御や台数制御によって、年間を通じて効率の良い運転が可能
- 空冷ヒートポンプは暖房需要のある建物や、冷却水が不要であるため BCP への対応にも有効

3-2-2 中央熱源機器(電気)

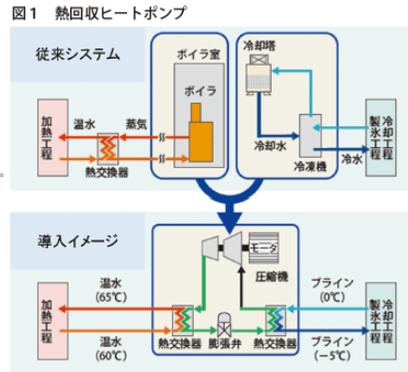


表1 各熱源機器の特徴¹⁾

	空冷ヒートポンプ	ターボ冷凍機	スクリーン冷凍機
熱源機器			
容量	84kW(30HP)～168kW(60HP)	704 kW(200RT)～7040kW(2000RT)	352kW(100 RT)～704kW(200 RT)
定格 COP	2.9～4.1 (散水タイプで最大6.4)	5.1～7.0	4.9～6.0
適する用途	病院福祉施設・ホテル・事務所・商業施設等	大規模事務所・大規模ショッピングセンター・データセンター・工場等	小～中規模事務所・小～中規模ショッピングセンター・工場等
特徴	<ul style="list-style-type: none"> • 暖房需要へも対応が可能 • インバータ、台数制御で高効率 	<ul style="list-style-type: none"> • 単機で大容量 • インバータ機は部分負荷特性が高い 	<ul style="list-style-type: none"> • コンパクトで搬入しやすい • 熱回収運転に優れる

3-2-2 中央熱源機器(電気)

図2 空冷ヒートポンプの性能特性²⁾
(3モジュールで台数制御する場合)

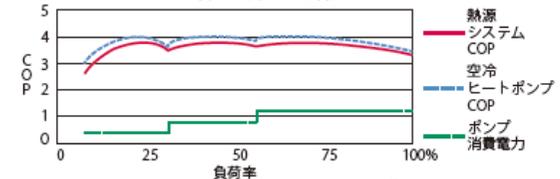
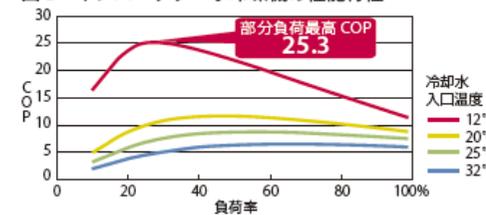


図3 インバータターボ冷凍機の性能特性²⁾



3-2-2 中央熱源機器(電気)

表2 「モデル建物法入力支援ツール」上の主要入力項目と留意点

区分	主要入力項目	留意点
空調調和設備(熱源)	AC1~AC12 冷暖房それぞれの主たる熱源機種、個別熱源比率、熱源容量、熱源効率 「空調熱源入力シート」①熱源機器名称、②熱源機種、③台数、④~⑥一あたりの定格能力、定格消費電力、定格燃料消費量	現段階では、部分負荷高効率機器に対応できないため、改善方法が検討されており、今後の改訂情報収集が重要
空調調和設備(外気処理)	AC13、14 全熱交換器の有無および効率、AC15 自動換気切替え機能、AC16 予熱時外気取入れ停止の有無	各種制御システムの採用が有効
空調調和設備(搬送制御)	AC17 二次ポンプの変流量制御の有無 AC18 空調機ファンの変流量制御の有無	各種制御システムの採用が有効

上記の他、「空調外気処理入力シート」「空調二次ポンプ入力シート」「空調送風機入力シート」がある。

表3 「エネルギー消費性能計算プログラム(非住宅版)」上の主要入力項目と留意点

区分	主要入力項目	留意点
空調調和設備(熱源)	「熱源入力シート」②冷暖房同時供給有無、③台数制御有無、⑥熱源機種、⑦運転順位、⑧台数、⑨送水温度、⑩定格冷却能力・定格加熱能力、⑪熱源主機定格消費エネルギー、⑫熱源補機定格消費電力、⑬一次ポンプ定格消費電力、⑭冷却塔定格冷却能力、⑮冷却塔ファン定格消費電力、⑯冷却塔ポンプ定格消費電力	プログラム内では、部分負荷特性(変更不可)が考慮されて計算されるため、熱源機器(種類・容量)と運転順位の選定が重要となる。例えば、大型ショッピングセンターのように年間冷熱需要がある施設では、ターボ冷凍機をベースとして運転し、空冷ヒートポンプを追追運転とすることが望ましい

上記の他、「空調ゾーン入力シート」「外壁構成入力シート」「窓仕様入力シート」「外皮仕様入力シート」「二次ポンプ入力シート」「空調機入力シート」がある。

3-2-3 中央熱源機器(ガス)

- ガス熱源の空調で、電力負荷平準化に貢献
- 「水」を冷媒として使用するため、オゾン層破壊防止、温室効果ガス低減に貢献

3-2-3 中央熱源機器(ガス)

図1 吸収冷凍機の原理

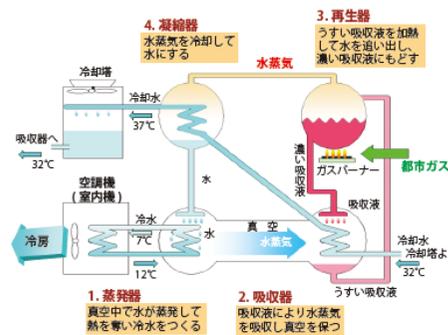


図3 ガス吸収冷温水機の冷房COP

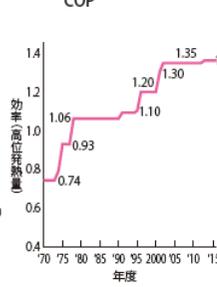
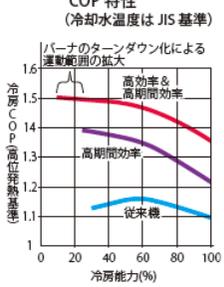


図4 高期間効率機の冷房COP特性(冷却水温度はJIS基準)



3-2-3 中央熱源機器(ガス)

表1 「モデル建物法入力支援ツール」上の主要入力項目と留意点

区分	主要入力項目	留意点
空調調和設備(熱源)	AC1 ~ AC12 冷暖房それぞれの主たる熱源機種、個別熱源比率、熱源容量、熱源効率 「空調熱源入力シート」①熱源機器名称、②熱源機種、③台数、④~⑥一あたりの定格能力、定格消費電力、定格燃料消費量	現段階では、部分負荷高効率機器に対応できないため、改善方法が検討されており、今後の改訂情報収集が重要
空調調和設備(外気処理)	AC13、14 全熱交換器の有無および効率、AC15 自動換気切替え機能、AC16 予熱時外気取入れ停止の有無	各種制御システムの採用が有効
空調調和設備(搬送制御)	AC17 二次ポンプの変流量制御の有無 AC18 空調機ファンの変流量制御の有無	各種制御システムの採用が有効

上記の他、「空調外気処理入力シート」「空調二次ポンプ入力シート」「空調送風機入力シート」がある。

表2 「エネルギー消費性能計算プログラム(非住宅版)」上の主要入力項目と留意点

区分	主要入力項目	留意点
空調調和設備(熱源)	「熱源入力シート」②冷暖房同時供給有無、③台数制御有無、⑥熱源機種、⑦運転順位、⑧台数、⑨送水温度、⑩定格冷却能力・定格加熱能力、⑪熱源主機定格消費エネルギー、⑫熱源補機定格消費電力、⑬一次ポンプ定格消費電力、⑭冷却塔定格冷却能力、⑮冷却塔ファン定格消費電力、⑯冷却塔ポンプ定格消費電力	プログラム内では、部分負荷特性(変更不可)が考慮されて計算されるため、適切な容量設定、台数分割を行い、台数制御を行うことが有効 ・冷却水変流量制御機能がある場合は、機種名に「冷却水変流量」が入った機種を選択する ・現段階では、部分負荷高効率機器に対応できないため、改善方法が検討されており、今後の改訂の情報収集が重要

上記の他、「空調ゾーン入力シート」「外壁構成入力シート」「窓仕様入力シート」「外皮仕様入力シート」「二次ポンプ入力シート」「空調機入力シート」がある。

3-2-4 個別分散空調(電気)

- 室ごとに運転ができ、部分負荷運転時にも高い省エネ性を発揮
- 豊富な室内機のバリエーションとセンサー技術により高い快適性を実現

3-2-4 個別分散空調(電気)

図1 ビル用マルチ冷暖切替タイプシステムの概略

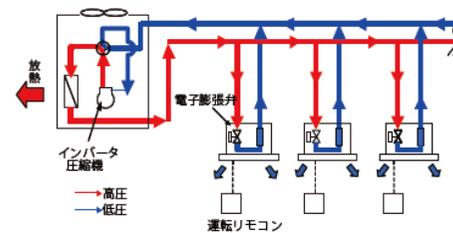


図3 吸込温度によるCOP変化の例
※10馬力ユニットでの例

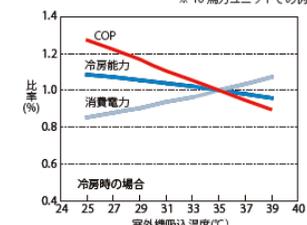
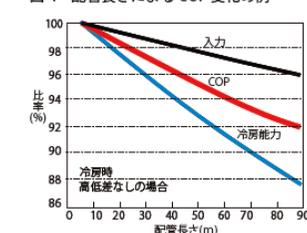


図4 配管長さによるCOP変化の例



3-2-5 個別分散空調(ガス)

- 小電力のため電力ピークを削減し節電効果大きい
- ガスエンジン排熱により低外気温時でも高い暖房能力を有する
- 停電対応機は停電時でも冷暖房+照明等への給電が可能

3-2-5 個別分散空調(ガス)

図1 GHPのシステム概要



3-2-6 住宅の空調

p. 126

- 室内機形態・省エネ性・機能から、ニーズに応じた選択が可能
- 近年、低外気温においても高い暖房能力を発揮

3-2-6 住宅の空調

図4 ルームエアコン
カタログ記載

7 S40UTRXV-W(-C)			
名額小売価格	480,000円(税抜き)		
室内 F40UTRXV-W(-C) / 質量15kg	室外電源タイプ	単 200V 直結 20A	
190,000円(税抜き)			
室外 R40URXV / 質量49kg	配管径	φ6.4	
290,000円(税抜き)		ガス φ9.5	
長尺配管15m(チャージレス15m)	最大高差	12m	
変数のめやす	能力(kW)	消費電力(W)	
暖房 11~14畳 (18~23㎡)	5.0 (0.4~12.2)	890 (75~3,730)	
冷房 11~17畳 (18~28㎡)	4.0 (0.5~5.3)	790 (85~1,330)	
JIS C 9612:2013		JIS C 9612:2005	
消費電力係数 基準値(年間)	1,051kWh	省エネ基準 達成率	146%
		省エネ基準 達成率	7.2
寸法規定 低圧暖房能力※9.0kW			

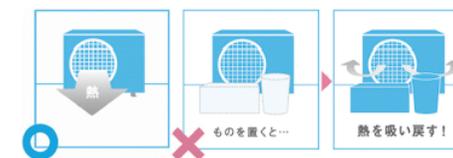
図1 ペアタイプのシステム図



図2 マルチタイプのシステム図



図5 ショートサーキットのイメージ



3-2-6 住宅の空調

空調の入力項目については、「暖房」「冷房」のタグが用意されており、ここでは「冷房」の項目を記載する(表1)。

表1 「エネルギー消費性能計算プログラム(住宅版)」上の主要入力項目と留意点

区分	主要入力項目	留意点
冷房	冷房方式の選択	「居室のみを冷房する」「住戸全体を冷房する」から選択
	冷房設備機器の種類	「居室のみを冷房する」を選択した場合は、「主たる居室」と「その他の居室」ごとに、設置する冷房設備機器等を選択以下、「居室のみを冷房する」を選択した場合の項目を示す
	省エネルギー対策の有無および種類	「特に省エネルギー対策をしていない」「エネルギー消費効率の区分を入力することにより省エネルギー効果を評価する」から選択 ・ルームエアコンディショナーを居住者が設置予定などで、設置される機器が特定されない場合は、「特に省エネルギー対策をしていない」を選択 ・「エネルギー消費効率の区分を入力することにより省エネルギー効果を評価する」を選択した場合は、さらに「エネルギー消費効率の区分(い)(ろ)(は)」「容量可変型コンプレッサー(搭載する/しない)」の項目を選択 参考までに、表2に「区分(い)を満たす条件」を記載する

表2 区分(い)を満たす条件¹⁾

定格冷房能力の区分	2.2kW	2.5kW	2.8kW	3.6kW	4.0kW	5.6kW	6.3kW	7.1kW以上
定格冷房エネルギー消費効率(冷房時COP)が満たす条件	5.13以上	4.96以上	4.80以上	4.35以上	4.13以上	3.25以上	2.86以上	2.42以上

■新築時のエアコン先付け

現在は、ルームエアコンは新築時に設置せず、引渡し後に施主が電気店で購入するケースも多い。しかしそれでは、せっかく省エネ性の高い機種を選定しても、算定プログラムの冷房設備、場合によっては暖房設備も「設置しない」を選ぶことになり、一般的な性能のルームエアコンディショナーを設置したのとして一次エネルギー消費量が計算される。住宅の設計段階で、空調もスペックしておくことが望ましい。

3-2-7 床暖房

p. 128

- 足元から体を温めるため、低い室温設定でも高い体感温度を得ることができる
- 建築物省エネ法における床暖房評価の改善には、住宅の断熱性能向上、上面放熱率の向上、断熱配管の採用、効率が高い熱源機の採用が有効

3-2-7 床暖房

図1 熱の伝わり方



図2 床暖房の垂直温度分布 (条件/外気温 5℃)

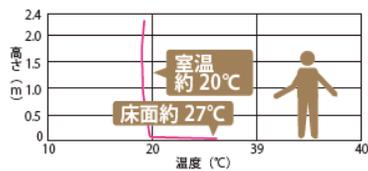


図4 温水式床暖房敷設例

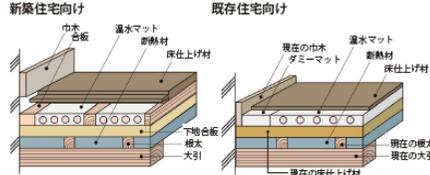


表1 省エネ対策

- ・温水床暖房の場合は敷設率を高くする (熱源機の発停頻度減少による効率の向上などが図れる)。
- ・電気ヒーター床暖房の場合は低くする。
- ・床の断熱性能 (上面放熱率) を高くする。
- ・効率の良い熱源機を採用する。
- ・断熱配管を採用する。温水配管はすべて断熱区画内とする。

3-2-7 床暖房

表2 「エネルギー消費性能計算プログラム (住宅版)」上の主要入力項目と留意点

区分	主要入力項目	留意点
暖房	暖房設備機器または放熱器の種類 (床暖房機種を選択し下記を入力)	床暖房のうち、温水式が有効
暖房 (床暖房)	敷設率 (当該居室に占める放熱面積の割合)	温水式の場合は敷設率を大きくすることが有効
	床の断熱 (上面放熱率) (別添の簡易計算プログラムで計算)	簡易計算プログラムで、上面放熱率が大きくなる方式を採用することが有効
	断熱配管の採用有無、配管が通過する空間 (断熱区画内外)	断熱配管を採用すること、および可能な限りすべて断熱区画内とすること (戸建ての場合、困難な場合もある) が有効
	温水暖房機の種類 (温水暖房を利用する場合選択)	高効率型の温水暖房機・給湯温水暖房機 (住宅用コージェネレーション含む) を採用することが有効

■建築物省エネ法の省エネ計算例

床暖房を採用した住宅の計算例を表3に示す。建築物省エネ法の基準達成には、暖房設備だけではなく、外皮性能、給湯設備、照明設備、換気設備等を含む家全体での省エネ設計が必要である。

表3 一次エネルギー消費量計算例

	設計一次エネルギー	基準一次エネルギー
一次エネルギー消費量 (GJ/戸・年)	73.7	80.7
建築物エネルギー消費性能基準判定	達成	

※ヒートポンプ式も同様に基準を満たす。
 ※一次エネルギー消費量は、その他一次エネルギー消費量 (家電等) を含む計算結果を示す。
 ※右記計算条件のもと敷設率のみ30%とした場合、設計一次エネルギーは74.4GJとなる。

<主な一次エネルギー消費量計算条件>

【プログラム】エネルギー消費性能計算プログラム (住宅版) Ver 2.1.1
 【試算条件】床面積: 120.08m² (主たる居室 29.81, その他居室 51.34)
 外皮性能: U_A値 0.82、η_{AH}値 4.2、η_{AC}値 2.3、地域区分: 6地域
 暖房設備: 床暖房 (敷設率 50% 上面放熱率 90%、断熱配管、断熱区画外)
 給湯水柱: 台所水柱 (水優先)、浴室水柱 (手元止水+少流量)、洗面水柱 (水優先)
 照明: 主居室・その他居室 (設置しない)、非居室: 白熱灯以外
 換気: 比消費電力 0.1W/(m³/h)
 熱源機: ガス潜熱回収型給湯温水暖房機 (暖房効率 87%、給湯効率 86.6%)

3-2-8 蓄熱設備

p. 130

- 昼間電力を夜間電力に移行することにより、ランニングコストの低減が可能
- 氷蓄熱では低温冷水の特性を活かした設計を行うことにより、省エネが可能
- 非常時に蓄熱槽の水・熱が活用でき、BCP対策として有効

3-2-8 蓄熱設備

図1 蓄熱式空調システムの種類

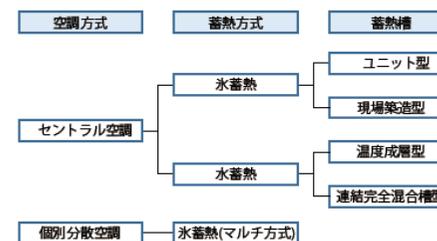
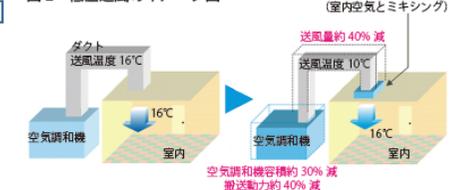


表1 氷蓄熱システム導入効果試算例²⁾

	標準機器 (非蓄熱)	氷蓄熱式
熱源設備	空冷ヒートポンプ 冷房能力 434kW×2台	空冷ブラインヒートポンプ 冷房能力 289kW×2台
蓄熱槽	なし	ユニット型氷蓄熱槽 槽容量 23 m ³ ×2基
インシヤルコスト ³⁾	100%	111%
ランニングコスト	100%	93%
投資回収年数	基準	約6年

※インシヤルコストは熱源設備、蓄熱槽、熱搬送ポンプ、自動制御、電気設備など

図2 低温送風のイメージ図¹⁾



3-2-9 搬送エネルギー低減 I (VAV・VWV)

p. 132

- 負荷に応じて送風量を制御し (VAV 方式)、ファンの搬送エネルギーを大幅に低減
- 台数制御やインバータの回転数制御による送水量制御 (VWV 方式) により、ポンプ搬送動力の大幅な低減

3-2-9 搬送エネルギー低減 I (VAV・VWV)

表 1 VAV・VWV 採用による効果推計²⁾

省エネ手法	エネルギー消費の削減率	投資回収年数
VAV	60%	3.0 年
VWV	80%	1.0 年

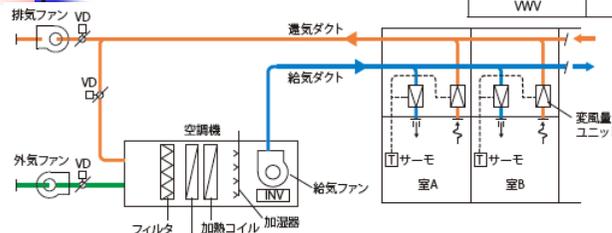
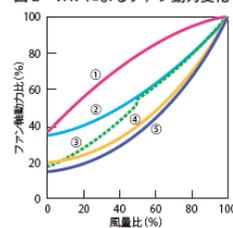
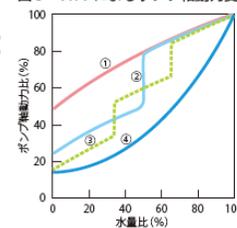


図 2 VAV によるファン動力変化¹⁾



- ①ダンパ制御 (ファン 1 台)
- ②サクションペーン (ファン 1 台)
- ③サクションペーン (ファン 2 台)
- ④可変ピッチ (ファン 1 台)
- ⑤可変速 (ファン 1 台)

図 3 VWV によるポンプ軸動力変化¹⁾



- ①二方弁制御 (ポンプ 1 台)
 - ②二方弁制御 (ポンプ 2 台)
 - ③二方弁制御 (ポンプ 3 台)
 - ④可変速制御 (ポンプ 1 台)
- 注: ポンプ温度上昇防止のための最小水量は考慮していない

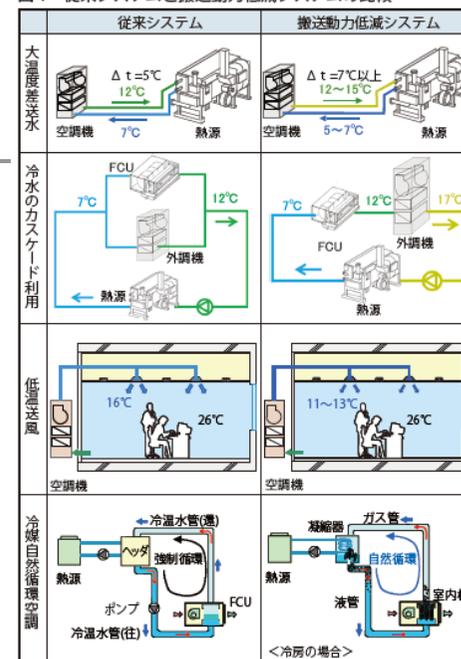
3-2-10 搬送エネルギー低減 II (他の方式)

p. 134

- 大温度差送水システムによりポンプの動力を低減
- 送風温度の低温化によりファンの動力を低減
- 冷媒自然循環システムにより熱搬送動力を低減

3-2-10 搬送エネルギー低減 II (他の方式)

図 1 従来システムと搬送動力低減システムの比較



掲載した環境配慮技術項目③

3 換気設備

- 3-3-1 自然換気・通風
- 3-3-2 全熱交換器
- 3-3-3 外気取入制御
- 3-3-4 デシカント空調機
- 3-3-5 住宅の換気

4 照明設備

- 3-4-1 自然採光
- 3-4-2 LED 照明
- 3-4-3 照明制御・タスクアンビエント照明

3-3-1 自然換気・通風

p. 136

- 換気動力を利用せずに外部の空気を室内に誘引可能
- 主に中間期に利用して冷房負荷を低減
- あらかじめ建築的に外気を取り込む対応や工夫が必要

3-3-1 自然換気・通風

■建物にかかる風圧の利用（風力換気）

建物に風があたると、風上では正の、風下では負の圧力が生じ、この圧力差が換気の起動力となる。水平換気の場合、正圧の大きな位置に風の流入口、負圧の大きな位置に流出口を設ければ効果的である。また、吹抜けを利用して垂直方向に換気経路を取ることでも有効である。

■煙突効果の利用（温度差換気）

煙突効果と呼ばれる、室内外の温度差によって生じる浮力を換気の起動力とする。吹抜けを換気経路として利用することで、外部風の有無に関係なく比較的安定した換気風量が得られる（図1）。

■ベンチュリー効果の利用

越屋根部分にルーフモニターを設置することで、外部風による吸引作用（ベンチュリー効果）を利用して、室内の空気を排出することは有効である。ルーフモニターの形状を工夫することで、どの方向の風に対しても対応できれば、より効果的である（図2）。

■ハイブリッド空調換気システム

機械空調換気と自然換気を併用するシステムである。季節や時間帯などにより、機械空調換気と自然換気の切替え、また組合せを適切に制御することで、空調エネルギーの削減が可能である（図3）。

掲載した環境配慮技術項目③

3 換気設備

- 3-3-1 自然換気・通風
- 3-3-2 全熱交換器
- 3-3-3 外気取入制御
- 3-3-4 デシカント空調機
- 3-3-5 住宅の換気

4 照明設備

- 3-4-1 自然採光
- 3-4-2 LED 照明
- 3-4-3 照明制御・タスクアンビエント照明

掲載した環境配慮技術項目④

5 給湯設備

- 3-5-1 潜熱回収型給湯器
(住宅用：エコジョーズ、業務用：タフジェット)
- 3-5-2 ヒートポンプ式給湯機 (エコキュートなど)
- 3-5-3 配管保温・節湯器具

6 エネルギー効率化設備

- 3-6-1 太陽光発電・蓄電池
- 3-6-2 太陽熱温水器
- 3-6-3 コージェネレーション
- 3-6-4 住宅用コージェネレーション
(エネファーム、エコウィル)
- 3-6-5 未利用エネルギー

掲載した環境配慮技術項目⑤

7 その他

- 3-7-1 昇降機
- 3-7-2 高効率変圧器
- 3-7-3 ESCO
- 3-7-4 BEMS・HEMS
- 3-7-5 機器の遠隔監視
- 3-7-6 ZEB (ゼブ)
- 3-7-7 ZEH (ゼッチ)

3-7-3 ESCO

p. 172

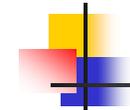
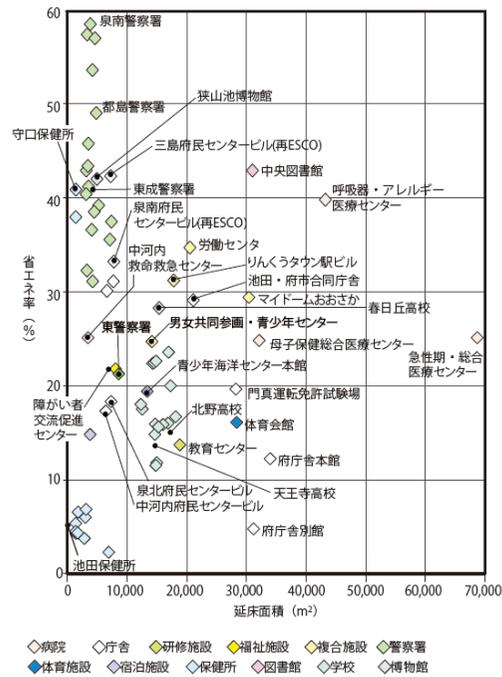
- 初期投資ゼロ、後年度負担増なしで、ESCO 事業者に一括改修させることができる
- 運用時間の長い施設ほど、省エネ改修効果が高い
- 国の補助金が活用できる場合がある

3-7-3 ESCO



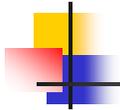


3-7-3 ESCO



3-7-4 BEMS・HEMS

- 建物の環境エネルギーを最適に管理
- 制御管理を集約しているシステムと計測管理システムに分かれることが多い



3-7-4 BEMS・HEMS

図1 BEMSシステム構成図

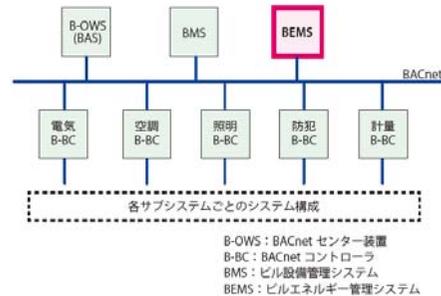
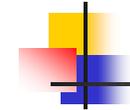
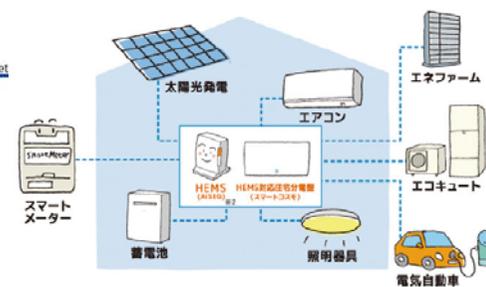


図2 HEMSシステム構成図



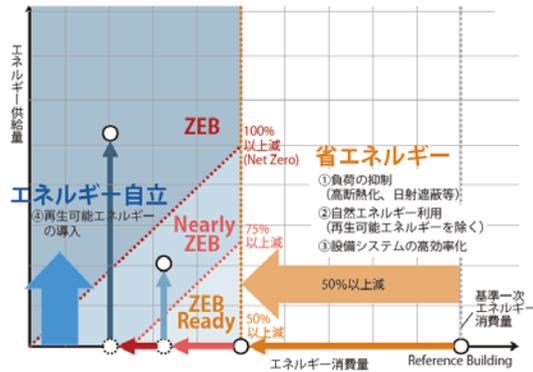
3-7-6 ZEB(ゼブ)

- 大幅な省エネと再生可能エネルギーの導入により、エネルギー収支をゼロにすることを旨とする建物
- 建築計画的な省エネ手法と建築設備での高度化による重ね合わせが必要
- ZEB Ready は建材や設備の適切な組み合わせにより現時点で技術的に実現可能

3-7-7 ZEH(ゼッチ): 住宅の場合

- 太陽光発電に偏らず、躯体性能、高効率空調・給湯などバランスの取れた設計が望ましい
- 省エネルギーとあわせて断熱性能向上による快適性への配慮も期待される

3-7-6 ZEB(ゼブ)



< ZEB >

以下の①～②のすべてに適合した建築物

- ① 再生可能エネルギーを除き、基準一次エネルギー消費量から50%以上の一次エネルギー消費量削減
- ② 再生可能エネルギーを加えて、基準一次エネルギー消費量から100%以上の一次エネルギー消費量削減

< Nearly ZEB >

以下の①～②のすべてに適合した建築物

- ① 再生可能エネルギーを除き、基準一次エネルギー消費量から50%以上の一次エネルギー消費量削減
- ② 再生可能エネルギーを加えて、基準一次エネルギー消費量から75%以上100%未満の一次エネルギー消費量削減

< ZEB Ready >

再生可能エネルギーを除き、基準一次エネルギー消費量から50%以上の一次エネルギー消費量削減

- 省エネルギー
- ① 負荷の抑制 (高断熱化、日射遮蔽等)
 - ② 自然エネルギー利用 (再生可能エネルギーを除く)
 - ③ 設備システムの高効率化

エネルギー自立

- ④ 再生可能エネルギーの導入

用語解説

【英文】

AHU (Air Handling Unit)
→ エアハンドリングユニット

APF (Annual Performance Factor)
→ 通年エネルギー消費効率

BCP (Business Continuity Plan)
→ 事業継続計画

BEI (Building Energy Index)
→ 一次エネルギー消費量の指標

BEIm (Building Energy Index for Model building Method)

モデル建物法において、一次エネルギー消費量算定用WEBプログラムで算出した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。

BPIIm (Building Palstar Index for Model Building Method)

モデル建物法において、PAL*算定用WEBプログラムで算出した設計PAL*を基準PAL*で除した値。

LEED (Leadership in Energy and Environmental Design : リード)

米国の非営利団体USGBC (U.S. Green Building Council) が開発し、GBCI (Green Business Certification Inc.) が運用を行っている建築物の環境性能評価システム。

LHV (Lower Heating Value)
→ 低位発熱量基準

Low-E 複層ガラス

Low-E 複層ガラスは中空層側のガラス面に特殊金属膜がコーティングされている。この特殊金属膜が放射による熱伝達を抑え、より優れた断熱性能を得ることができる。特殊金属膜の種類によって、日射熱を遮るもの(日射遮蔽型)と日射熱を取り込むもの(日射取得型)がある。なお、Low-EとはLow Emissivityの略であり、低放射を意味する。

Nearly ZEB (Nearly Zero Energy Building : ニアリーゼブ)

ZEBに限りなく近い建築物として、ZEB

一次エネルギー消費量の指標 (BEI)

設計一次エネルギー消費量(その他一次エネルギー消費量を除く)を基準一次エネルギー消費量(その他一次エネルギー消費量を除く)で除した数値。

インバータ

インバータは電源の周波数を自在に変える装置。周波数を変えることにより、モーターの回転数を制御でき、変風量方式(VAV)、変流量方式(VFM)などで、インバータ駆動誘導電動機(インバータ装置による任意の可変速周波数電源で運転、制御することによって可変速制御を行うことのできる、かご形誘導電動機)が多く用いられる。照明設備においてはちらつきの防止、効率改善など、エアコンでは低負荷時の効率改善に寄与することから普及が進んでいる。

エアハンドリングユニット (AHU)

熱源から供給される冷水・温水・蒸気等を用いて、空気の温度・湿度を調節して供給する空気調和機のこと。各部屋からの還気や外気を取り入れ、ダクトで各部屋に給気

活用を

- 既に省エネルギー・環境配慮技術を採用入れた設計・施工・運用に携わっておられる、またはこれから採用を考慮しておられる建築家・技術者のみならず、実際に施設を利用されている方々や、これから建築を学ぶ学生にも是非本書を手にとり頂き、**技術を学ぶだけでなく、それらを使うことを意識しながら建築のあり方を少しずつ考えてもらえれば幸いです。**

ご清聴ありがとうございました