

令和6年3月作成

「省エネ・再エネ東京仕様」(資料編)

—環境対策技術の解説—

【第二版】

東京都財務局建築保全部

目次

1	「省エネ・再エネ東京仕様」(資料編)ー環境対策技術の解説ー【第二版】の目的…	1
2	資料編及び本書の取扱いについて	1
3	各環境対策技術に関する補足事項	2
3. 1	対象とする環境対策技術	2

1 「省エネ・再エネ東京仕様」(資料編)ー環境対策技術の解説ー【第二版】の目的

本書は、「省エネ・再エネ東京仕様」の技術項目例に示される環境対策技術等について解説した「省エネ・再エネ東京仕様」(資料編)ー環境対策技術の解説ー(平成30年6月1日作成)(以下、「資料編」という。)について、主に各種告示や都の制度などの改正を踏まえ、第二版としてまとめたものです。

2 資料編及び本書の取扱いについて

資料編及び本書は、あくまで「省エネ・再エネ東京仕様」に記載される事項に対し、参考となる考え方、事例等を整理したものです。

記載されている内容の検討、導入に当たっては、適用条件など十分確認してください。

3 各環境対策技術に関する補足事項

3.1 対象とする環境対策技術

対象とする環境対策技術は、表 3.1 のとおりです。

表 3.1 対象とする環境対策技術

区分		解説対象とする環境対策技術	No.	頁	
建築		計画的工夫	1	4	
		外皮性能(断熱・日射制御、建築設備統合技術)	2	6	
		自然換気システム	3	10	
電気 設備	電源設備	トッランナー変圧器	4	14	
		デマンド監視装置	5	16	
		太陽光発電設備	6	18	
		コージェネレーション装置	7	20	
	照明設備 (居室関係)	LED 照明(ベースライト)	8	22	
		照度調整制御システム	9	24	
		タスク&アンビエント照明	10	26	
	電気その他	待機電力削減の措置	11	28	
	機械 設備	空調・換気・ 給水衛生設備	高効率パッケージエアコン	12	31
			全熱交換器	13	35
センサー機能付パッケージエアコン			14	36	
高効率ファン			15	37	
水・氷蓄熱空調システム			16	38	
地中熱利用ヒートポンプ			17	40	
バイオマス利用設備			18	42	
顕熱潜熱分離(デシカント)空調			19	44	
クール・ヒートピット、チューブ、トレンチ			20	45	
太陽熱利用設備			21	46	
	BEMS(データ収集の措置)	22	48		

計画的工夫

1) 技術の概要

■技術の概要

建築物のエネルギー使用量の低減には、各種高効率な設備を導入することが必要となるが、それ以前に建築物外部からの熱負荷を低減し、また、自然エネルギー（自然光及び自然通風）を利用することも重要となる。ここでは、建築物そのものの作り方の工夫により熱負荷を低減し、自然光や自然通風を積極的に取り入れ設備の効率化に資することで省エネを図る事例を取り上げる。これらの省エネルギーに資する技術は、導入するだけで最大かつ理想的な効果が得られるというものではなく、実際にはその導入のされ方と室の利用状況の不整合等により、効果が発揮されない場合もあり、注意が必要である。

特に、自然エネルギーの導入においては、地域の気象だけでなく、将来の周辺建物の計画・調査を考慮した配置計画から検討されることが必要であり、計画段階から建築、電気及び機械の設計担当者が方針を共有して、計画に落とし込むことが重要である。

2) 建築計画上の工夫

自然エネルギーの利用及び建築物の形状・配置に際して、計画段階（又は設計段階の初期）で留意すべき事項とともに、主な省エネルギーに資する設備技術項目の計画段階で留意すべき事項について示す。

■自然採光を得やすい建築計画

明るさセンサー制御により、自然採光（昼光）を最大限に利用して照明エネルギーの削減を図る場合には、主に次の点を総合的に検討する必要がある。これらの要素は、お互いに相反する部分もあるため、建物配置（建築プラン）上の工夫や設えの工夫にて統合的に解決する。具体的な対策例としては、南面開口、トップライト、ハイサイドライト（写真 1.1）、ライトシェルフ（写真 1.2）等が挙げられる。

- ① 自然光の導入を最大化するための配慮
 - ・ 自然光を得やすい建物配置、開口部計画
 - ・ 自然光を室の奥行き方向まで届かせる設えの検討
 - ・ 昼光率（ある点における室内照度 ÷ 全天空照度 × 100）の視点からの室形状の検討
- ② 自然光の導入による弊害の最小化
 - ・ 開口部からの熱負荷抑制、日射遮蔽の検討
 - ・ 開口部のグレア（まぶしさ）防止の検討
 - ・ 照度均質性の確保



写真 1.1 ハイサイドライト



写真 1.2 ライトシェルフ

■自然通風を取り入れる建物配置

自然通風及び自然換気を上手に行うためには、取り入れようとする外気が熱的に優れる季節における、その敷地に流れる卓越的な風向を把握する必要がある。これ以外にも、自然換気を行うためには、次のような配慮事項があり、運用の方策まで想定した建築・設備の統合的な配慮が必要となる。

- A① 地域の風を取り込むための配慮
 - ・ 各季節の敷地の卓越風向を調査する。
 - ・ 卓越風向を取り込みやすい建物配置を検討
- ② 換気経路の確保
 - ・ 換気入口から出口までの経路を確保する。
 - ・ 煙突効果等による換気駆動力を確保する（図 1.1）。
 - ・ ベンチュリー効果を意識した換気出口を採用する。
 - ・ 片面開口とならざるを得ない場合でも、通風を誘発するためにサッシ形状を工夫する。

（No.3 自然換気システム 図 3.3 参照）

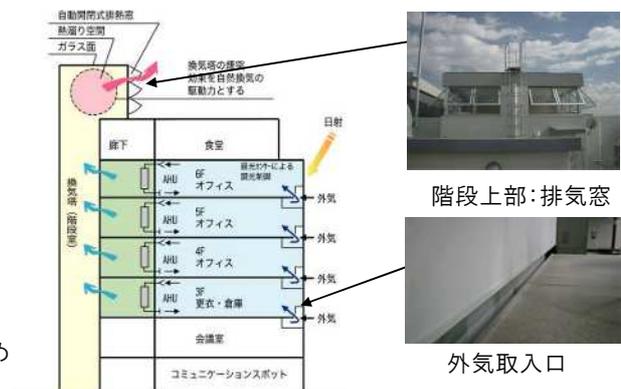


図 1.1 煙突効果を利用した自然換気の事例

■熱負荷を低減する建物配置、建築形状

空調の熱負荷を低減し、かつ、時間的な変動幅を最小化するためには、建築形状や平面プランによる工夫が欠かせない。次の視点について検討事例を示す。

- ① 日射負荷の低減及び日射取得の最大化
 - ・ 主要開口面が南の場合、庇の工夫により夏期の日射遮蔽及び冬期の日射取得が可能となる。
 - ・ 学校用途では、南面に廊下、北面に教室を配置する等日射による熱負荷を低減する工夫を検討。
- ② 外壁面の最小化(外皮負荷の低減)(図 1.2)
 - ・ アスペクト比(平面形状の縦横比)を小さくし、外壁面積を最小化する。
 - ・ 階数を適切に設定し、外皮面積を最小化する。
 - ・ 非空調室を外壁側に配置するなどの平面的な工夫を行う。

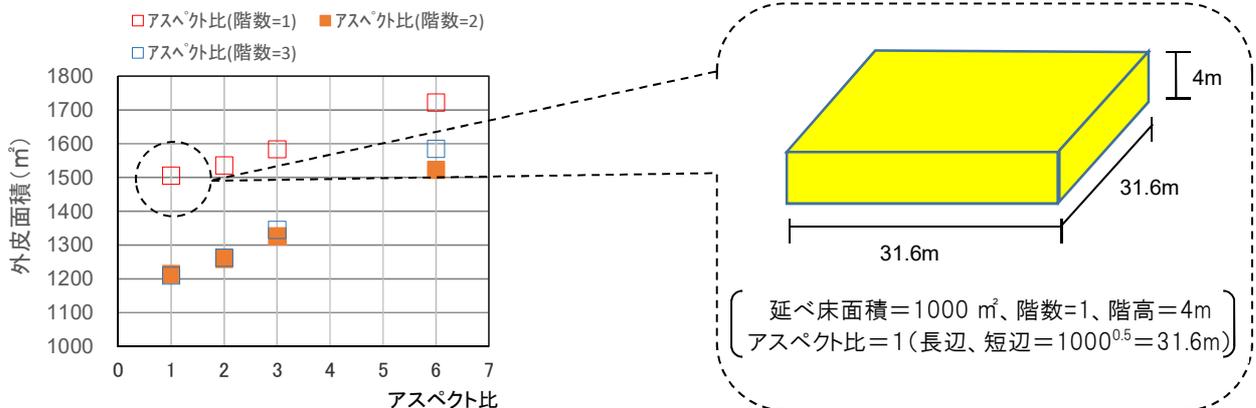


図 1.2 建物形状による外皮面積の変化
(延べ床面積: 1000 m²、階高 4m)※外皮面積=外壁面積+屋根面積

■その他の主な環境技術の導入に際しての計画段階での配慮事項、確認事項(事例)

表 1.1 計画段階における配慮事項

項目		計画段階での主な配慮、確認事項	
外壁断熱	屋根断熱 熱貫流率 (0.3W/m ² K)以下	建物全体での断熱性能のバランスに配慮	
	外壁断熱 熱貫流率 (0.39W/m ² K)以下	建物全体での断熱性能のバランスに配慮	
開口部	複層ガラス (Low-E)	建物全体での断熱性能のバランスに配慮、方位ごとの考え方の確認	
	気密サッシ (気密等級A-4相当)	建物全体での断熱性能のバランスに配慮	
日射遮蔽	庇、縦ルーバー等	方位ごとの考え方の確認並びに日射遮蔽及び日射取得の季節感の考え方と整理	
高性能外壁	エアフローウインドウ及びダブルスキン	建物全体での断熱性能のバランス及びエアバランスへの配慮	
自然換気	自然換気システム	出入口・経路の確保及び区画との取り合いの整理	
電力監視装置	デマンド監視装置	設置箇所の整理及び運用サイドでの警告発報時の対応の整理	
発電	太陽光発電設備	立地条件、周辺条件、建物形状の確認、系統連系、蓄電 (防災利用)及びサイネージの検討	
	コージェネレーション装置	電力ピーク対策としての活用検討、排熱利用先の検討 (熱需要の把握)	
変圧器	トップランナー変圧器 (2014基準)	設置スペースの確保、荷重の確認	
照明	執務室	LED照明 (ベースライト)	照度の検討、器具レイアウトへの配慮及び制御方式の検討
		照度調整制御システム	屋光の取り入れ、室利用ゾーンと制御ゾーン及び屋光率の分布と制御ゾーンとの整合確認。
		スイッチ回路の細分化	屋光の取り入れ、室利用ゾーンと点灯ゾーン (On/Offスイッチのゾーン)との整合確認
		タスク・アンビエント照明 (執務室)	屋光利用の取り入れ及び設計照度と運用時の照度の考え方を整理
OA機器他	待機電力削減の措置	室利用時のレイアウト想定と電力24時間系統との整合確認及び運用方法の想定 (退庁時連動等)	
空調	中央	VAV	室利用ゾーンと制御ゾーンとの整合確認及びダクト・機器等の設置スペース確保
	個別	センサー機能付パッケージエアコン	運用 (在席率、室利用密度等)の想定
空調換気	全熱交換器 (同ユニット)	吹き出し空気と戻り空気とのエアバランスへの確認及び室利用パターンと運転モードとの整合確認	
	クール・ヒートピット、チューブ及びフレンチ	カビ等の発生状況の検討、衛生状況確認方法の検討及び設置箇所、ピット利用等の検討	
衛生設備	節水器具 (洗浄水量: エコマーク認定基準相当)	污水配管の超節水器具利用時のガイドラインとの整合確認	

外皮性能（断熱、日射制御、建築設備統合技術）

1) 技術の概要

■技術の概要

建築物の熱的外皮性能を考える際に最も配慮すべき事項は、「断熱」及び「日射制御」の2点である。

「断熱」は、空調負荷低減による省エネルギー対策及び空調熱源容量の低減対策としてだけでなく、コールドドラフト等による室内温熱環境の不均一化及び壁内の内部結露等の防止、建物利用者の快適性向上、建物の長寿命化等の基本的な目的に対して大きな影響を及ぼす基本性能といえる。断熱性能は、熱伝導の小さい材料を厚めに施すことで、性能を高めることができる(表 2.1)。一方で、東京地域における業務用建物は、学校を例外として多くの用途において冷房が中心であるため、断熱性能を必要以上に高くすると、熱が内部にたまり、外部へ放散されにくくなるため、年間の熱負荷が大きくなってしまふ。これに対しては、断熱と夏季遮熱とを同時に行うこと、自然通風(ナイトパージを含む。)による排熱を行う工夫等が有効である。断熱性能は、外壁及び屋根だけでなく開口部廻り(窓及び建具廻り)も考慮する必要があり、複層ガラス等の採用が広まっている。平成25年12月に建材トップランナー制度が施行され、断熱材製造事業者等が目標年度に国内向けに出荷する断熱材について、熱伝導率λ[W/(m・K)]を出荷面積で加重平均した値が目標基準値を上回らないようにすることが求められた(表 2.2)。標準仕様書に記載のある押出法ポリスチレンフォーム保温板3種bは、この基準値を満たしている。

「日射制御」は、冷房時期に日射を遮蔽する性能及び暖房時期に日射を取り入れる性能の両機能を示す用語である。日射制御は、冷暖房負荷の低減以外にも、窓際に居住する執務者の温冷感に強い影響を及ぼす要素であり、他の温熱環境要素に比べて即時性が高く、熱としての強度が大きい点に配慮する必要がある。一般的な業務用施設では、冷房が暖房に卓越するため、日射遮蔽を主要な目的として、^{ひさし}庇やブラインドなどが利用されるが、暖房が卓越する学校等の用途については、冬期に日射を取り入れる工夫が求められる。日射制御の主な方策としては、^{ひさし}庇、ブラインド、ルーバー、Low-E 複層ガラス等の日射遮蔽率が高いガラスを採用するほか、屋上緑化、高反射性塗料、落葉樹等の植樹等が利用されている場合もあり、外部遮蔽材の活用が有効である(図 2.1)。

表 2.1 断熱材の仕様一覧

分類	建材名称	熱伝導率 λ [W/(m・K)]
ポリスチレンフォーム断熱材	押出法ポリスチレンフォーム 保温板 1種	0.040
	押出法ポリスチレンフォーム 保温板 2種	0.034
	押出法ポリスチレンフォーム 保温板 3種	0.028
	ビーズ法ポリスチレンフォーム 保温板 特号	0.034
	ビーズ法ポリスチレンフォーム 保温板 1号	0.036
	ビーズ法ポリスチレンフォーム 保温板 2号	0.037
	ビーズ法ポリスチレンフォーム 保温板 3号	0.040
ウレタンフォーム断熱材	硬質ウレタンフォーム保温板 2種1号	0.023
	硬質ウレタンフォーム保温板 2種2号	0.024
	吹付け硬質ウレタンフォームA種1	0.034
	吹付け硬質ウレタンフォームA種3	0.040
フェノールフォーム断熱材	フェノールフォーム保温板 1種1号	0.022
	フェノールフォーム保温板 1種2号	0.022

(出典:エネルギー消費性能計算プログラム(非住宅版)標準入力法入力マニュアル Ver3.5(2023年10月))

表 2.2 建材トップランナー基準(目標年度 2030年度)

区分名	基準熱損失防止性能
押出法ポリスチレンフォーム断熱材	0.03036
グラスウール断熱材	0.03942
ロックウール断熱材	0.03781

(出典:「断熱材の性能の向上に関する熱損失防止建築材料製造事業者等の判断の基準等」令和5年3月31日経済産業省告示第23号)

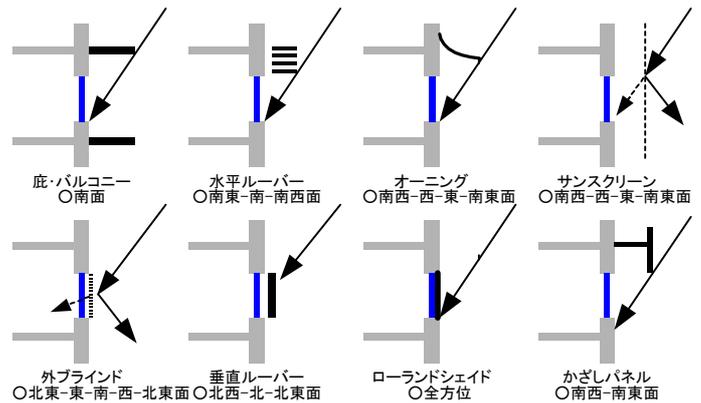


図 2.1 外部遮蔽材の種類と適する方位例

(建築・設備統合技術)

近年の環境配慮に特化した事務所ビル(庁舎等)では、ペリメーターレスを目的とした建築・設備統合型の技術として、エアフローウィンドウ、ダブルスキン等の外皮性能をより向上させる手法を取り入れることが増えている(図 2.2)。これらの技術は、夏期、冬期、中間期等において、断熱及び日射遮蔽又は日射の取り入れを、最適にコントロールすることを可能にしたものであり、外気を取り入れ、自然換気等も組み合わせる場合が多い。

開口部においては、自然光の取り入れも含めて総合的に計画する必要がある。

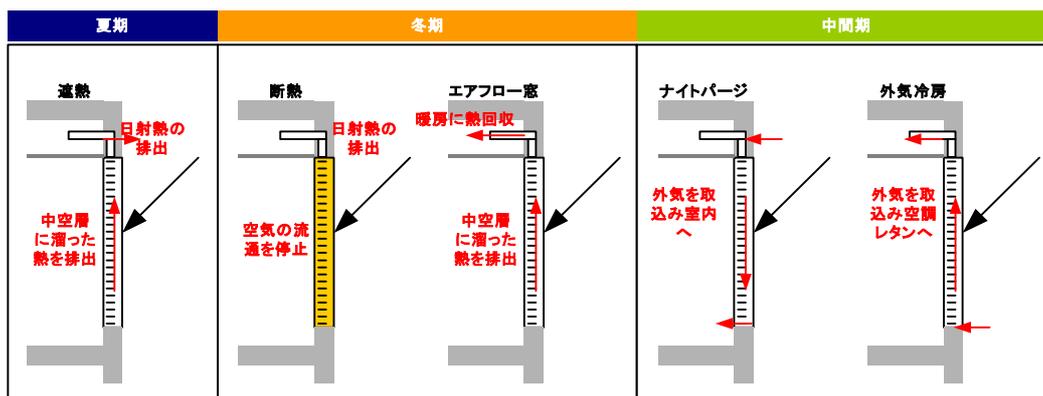


図 2.2 外皮性能の向上事例(エアフロー型窓の活用)

(防災機能の向上として)

学校等においては、東日本大震災後の防災拠点としての機能向上の観点から、非冷暖房空間である体育館等においても断熱性能の向上に対する社会的要請が高まっている(緊急提言:東日本大震災の被害を踏まえた学校施設の整備について)。

近年、学校に対して一斉に冷暖房の設置が進んだことにより、冷暖房のエネルギー消費量の低減が重要と認識されているが、これに加え、防災的視点に立って、電源の途絶時等においても一定の温熱環境を確保する断熱性能の確保が求められていることにも配慮する必要がある。

2) 技術の効果

■省エネルギー・省CO2効果

日射侵入率及び熱貫流率を低減することで、外壁、屋根及び開口部の断熱性能が向上し、空調負荷が低減されることで省エネルギー・省CO2効果を得ることができる。しかし、内部発熱が大きい建物用途では、断熱性能の向上により熱が内部に蓄積し、冷房負荷が増加する場合がある。

■温熱環境の適正化効果

建物において、ペリメーターゾーン(外壁及び窓に面したゾーン)は外部の熱環境の影響を受けやすいエリアであるが、断熱性能向上によるコールドドラフトの防止、日射遮蔽による輻射熱の低減などで、均質化が図れる。

3) 導入上の留意点

■設計時

(断熱に関する留意点)

- ・断熱性能は、断熱材の厚みと利用する断熱材の熱伝導率(熱抵抗)に依存するものであるため、断熱材の厚みを薄くしたい場合はより熱抵抗が大きな断熱材を選択する。
- ・吹付け断熱材を利用する場合、発泡材にノンフロンのもを採用する。
- ・断熱は、断熱する空間に対し、できる限り途切れることがないように施すことができる計画となるように配慮する。
- ・Low-E 複層ガラスの遮音性能は、ガラス単板と比べてもほとんど変わらないため、遮音性を高めたい場合は、合わせガラス、二重サッシなどを検討する。
- ・内断熱で高断熱高气密の場合には、断熱材と躯体との間で内部結露を起こす可能性があるため、注意する。

(日射制御に関する留意点)

- ・太陽は、夏期に高く、冬期に低い。そのため、夏期には庇で日射を遮蔽し、冬期には直射日光を室内に取り込むことができるよう、窓高さ及び庇深さを窓面方位に応じて検討する。
- ・室内に設置される日射遮蔽材は、一部、吸収した熱が室内を対流して放散するため、室外部に日射遮蔽材を設置することが望ましい。
- ・日射遮蔽材による日射制御は、屋光利用による照明エネルギーの低減とその目的とが相反する場合があります、同時に両者を採用する時は、そのバランスに注意する。
- ・日射遮蔽材によって、窓面からの眺望が極力損なわれないよう、角度変化型ブラインド等の採用の検討や、ブラインド羽色等に配慮する。
- ・開口部に Low-E 複層ガラスを採用する場合は、低放射膜の位置が屋外側ガラスの内側である製品(日射遮蔽性能が高い。)を選ぶ。

(建築・設備統合技術に関する留意点)

- ・ダブルスキン、エアフローウィンドウ等の手法を採用する場合は、季節による運用の変化に対応するとともに、空調システム全体の一部としてエアバランス等に配慮する。
- ・メンテナンスの内容、頻度等について、十分に確認する。

■施工・引渡し時

(日射制御に関する留意点)

- ・太陽追尾自動スラット角制御(太陽位置を演算して日射遮蔽に最適な角度に調整する。眺望確保が有効な場合は、水平に制御する等)を行う際には、周辺建物への照り返しによる光害を与えないよう、十分な調整を行う。

(建築・設備統合技術に関する留意点)

- ・運用の仕方が施設管理者の過度の負担とならないよう、設計段階で意図した制御方法及び利用方法を明確にし、マニュアル等を整備して引き継ぐ。
- ・夏期、中間期、冬期等の運転パターンの移行時期については、運用段階にてノウハウとして蓄積できるよう、外部環境条件等を確認しながら、記録に残せる仕組み等を検討する。

4) 導入事例

■東京電機大学 東京千住キャンパス

所在地 東京都足立区千住旭町

敷地面積 26,200 m²

延床面積 72,600 m²(全棟合計)

竣工 平成 24 年 1 月



写真 2.1 全体写真

東京千住キャンパス(写真 2.1)には、①負荷削減手法、②再生可能・未利用エネルギー、③高効率化手法及び④管理・情報・教育において、それぞれに対応した省エネ手法が導入されている。主たる負荷削減手法には、外皮性能の向上、照明電力の最小化及び外気導入量の最小化が挙げられるが、なかでも「外皮性能の向上」において、エアフローウィンドウ(AFW)+自動制御ブラインド+近赤外線再帰反射フィルムから成る窓システムを採用(東西面を含め合計約 1,500 窓)している(図 2.3)。これにより、「合理的な室内環境の形成」を実現し、その上で CO₂ 排出量削減及び節電(ピーク電力の抑制)にも寄与している。図 2.4 に AFW の概念図を細部の写真とともに示す。AFW は、ガラスとガラスとの間の空気層に教室の排気(120 m³/h)を通すことで、同空気層に設置された自動制御電動ブラインド(太陽光追尾型)に一旦吸収された日射熱を、排気流に乗せて排出する。

なお、ブラインドからの赤外線・再放射熱は、室内側までは到達せず、室内側ガラス面温度は排気流により室内空気温度と近接するため、見かけ上の貫流熱損失は減少する。その結果として、冷暖房時共に合理的なペリメータレス環境の実現が可能となる。AFW のインナーサッシは、気密性を確保可能できる引き違い方式を採用し、インナーガラスは、天井面のガイドレールに沿った可動とすることでメンテナンススペースも確保している。自動制御電動ブラインドは、空気調和・衛生工学会のマニュアルである SHASE-M1008-2009「省エネルギーと快適な熱・光環境の両立を図る自動制御ブラインドの仕様と解説」に準拠し、太陽追尾式自動制御電動ブラインドを採用している。

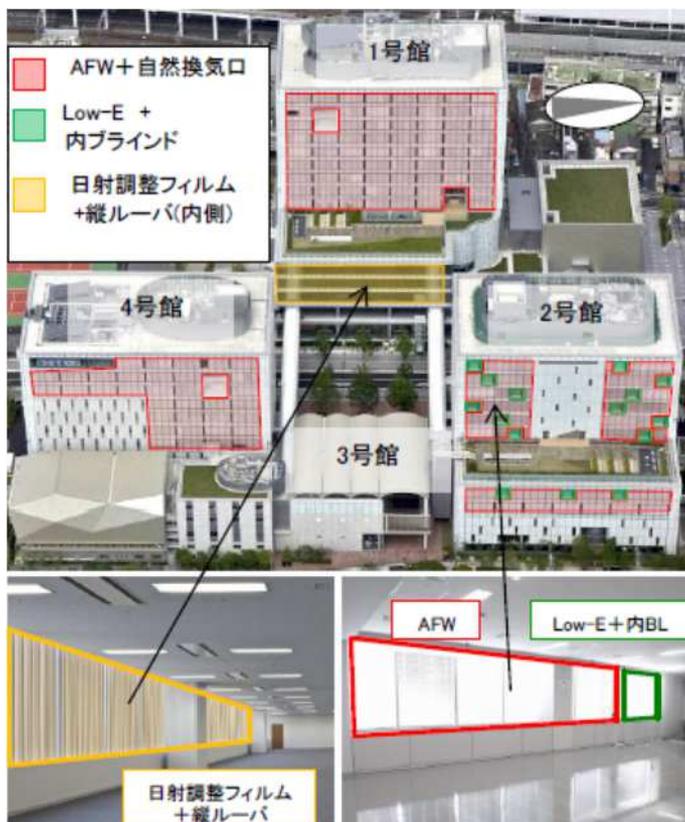


図 2.3 キャンパス東面における窓の種類と設置状況

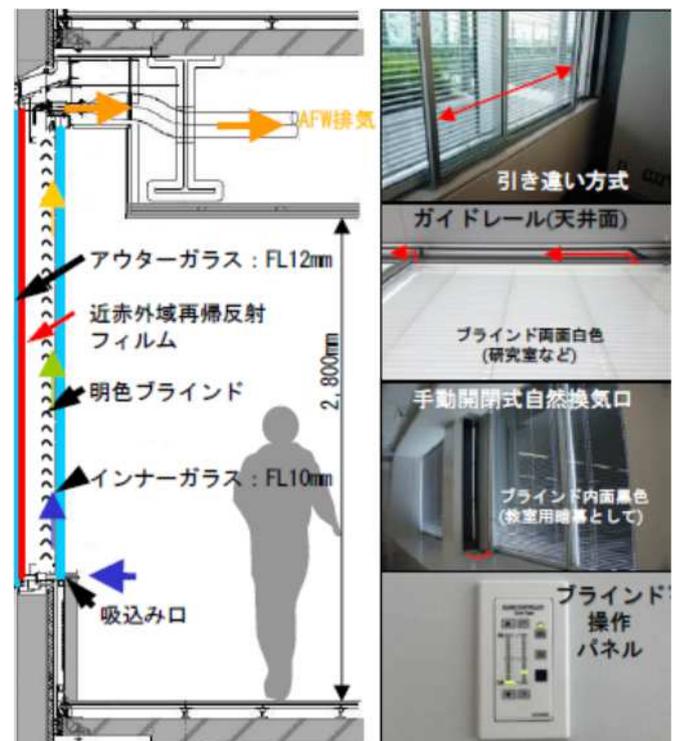


図 2.4 エアフローウィンドウの概念図と細部の写真

自然換気システム

1) 技術の概要

■自然換気のみかニズム

自然換気は、空気の入口と出口との圧力差により行われる。圧力差は、風圧又は上下温度差による煙突効果、風による誘引効果（ベンチュリー効果）等が発生することから、設計においてその圧力差をできるだけ損なわない空気の経路を確保することが求められる（図 3.1）。

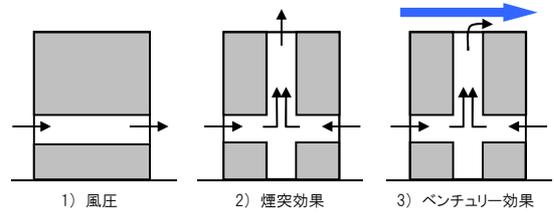


図 3.1 自然換気を導く圧力差を発生させる主要な例

■自然換気を促進する換気装置（窓）

入口及び出口は開放可能な窓でも良いが、窓が開放できない建物や窓開けでは風が入り過ぎ、室内の資料等が飛散してしまうことなどを防止するための定風量機構及び自然換気経路を適切に形成し、その効果を最大にするための逆流防止機構を有する換気窓等がメーカーから販売されている（図 3.2）。また、デザインや収まりから既製品によらず、造作により自然換気機能を実現する場合もある。

換気窓等には入口及び出口の開閉を「自動（電動）」で行うものもあり、任意に、又は外気導入に適した条件を判断して自動開閉できるが、その場合は、換気システムとしての規模が大きくなるのでコスト等の面で注意が必要となる。

また、一般的な建物では、主要な開口部が一面に集中していることが多いため、入口及び出口を同じ面にしか取れず十分な換気量（圧力差）を確保できない場合がある。このような制約の中で自然換気量を最大化するために、一面換気を意図した換気装置も販売されるようになった（図 3.3）。

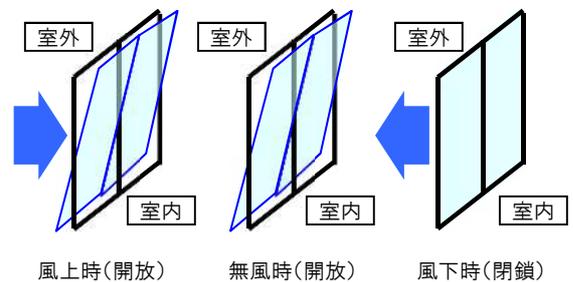


図 3.2 空気流通窓（換気入口・出口側）のイメージ

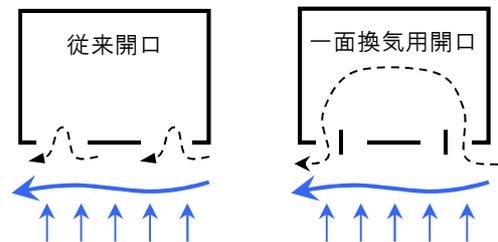


図 3.3 一面換気の実現例

2) 技術の効果

■省エネルギー・省 CO2 効果

自然換気が有効となる時期は、東京地域の場合、おおむね中間期といわれる「4 月から 6 月まで、及び 9 月から 11 月まで」であり（図 3.4）、これらの季節に冷房を行う施設においては、冷房負荷の低減による省エネ・省 CO2 効果が見込める。

中間期に冷房を行わない施設（庁舎、学校等）においても、自然換気により機械換気を停止することで、換気分のファン動力の削減を図ることができ、また、温熱環境を改善する効果（外気による冷房）が見込める。

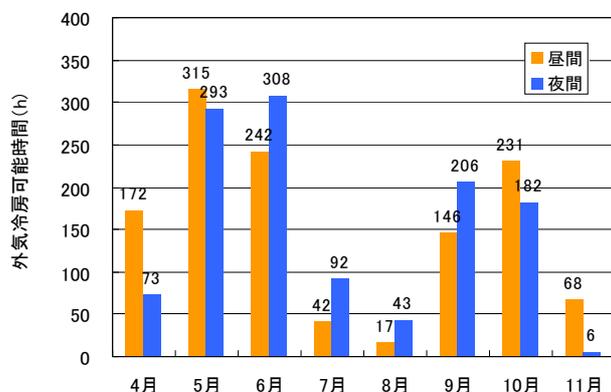


図 3.4 自然換気可能時間（拡張アメダス標準年、大手町）

（室内設定温度：28℃、50%の場合）

3) システム構成例

都内某所における、テナントビルでの自然換気システムの導入事例から、システムの構成例を示す(図 3.5)。本ビルでは、執務室窓上部のバランス型自然換気窓から取り入れた外気を消音チャンバーで消音し、吹き出し口から室内に吹き出している。その空気は、室奥の縦型ガラリから換気用に設けられたソーラーチムニーに流れ、太陽熱を駆動力として屋上部の排気口から排気している。全ての換気口は自動制御であり、空調とのハイブリッド制御を中央監視で行う。

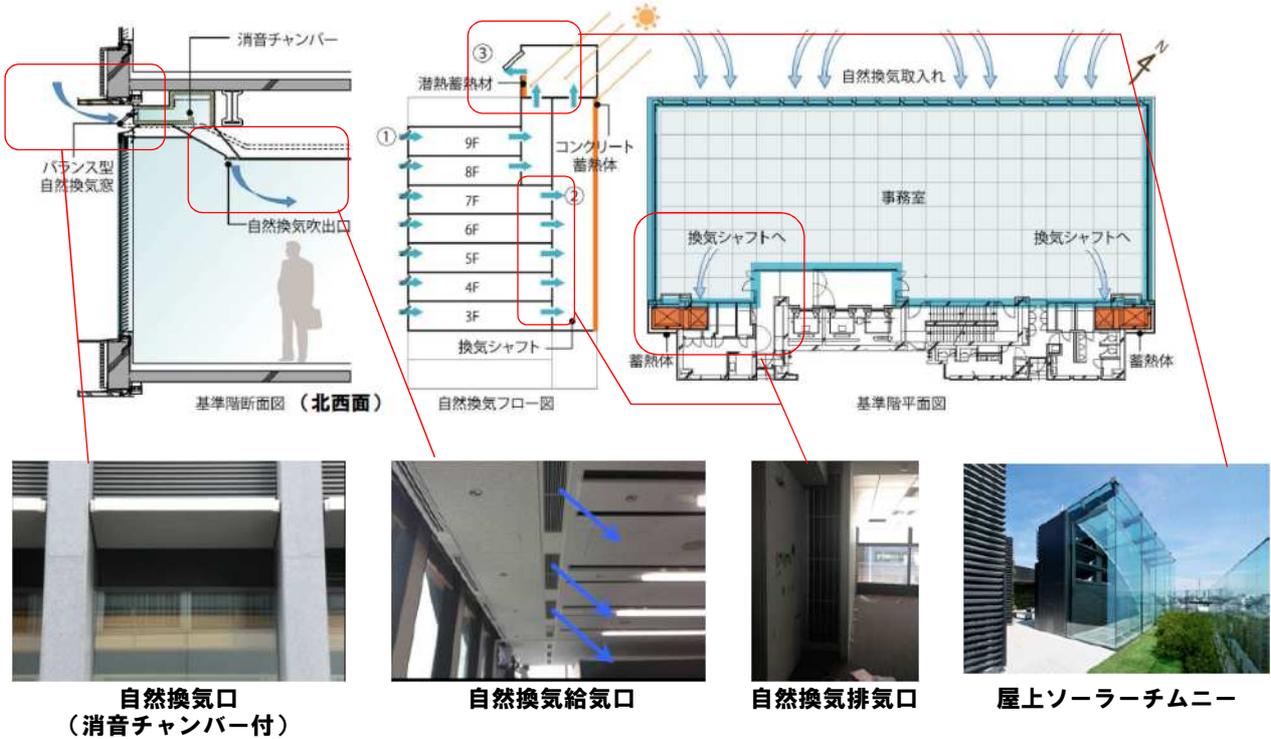


図 3.5 自然換気システム構成例

3) 導入上の留意点

■設計段階

- ・ 敷地の風向、煤塵、騒音等を勘案して、建物配置を検討する。
- ・ 建物デザインの企画との連動を図り、アトリウム等が企画されている場合は、積極的に自然換気の導入を検討する。
- ・ 自然換気を行う場合は、通風口(入口と出口)及び換気経路の検討が重要となる。経路が室又は共用部を通過する場合は、防火区画及び音漏れについて留意する。
- ・ 雨水の降り込み及び虫、花粉の侵入対策などに配慮する。
- ・ 自然換気によるエアバランスの崩れにより、局所で風切り音などが発生しないよう、換気経路に注意する。
- ・ 自然換気により、室内に温度ムラ又は気流感によるコールドドラフトが発生しないか確認する。

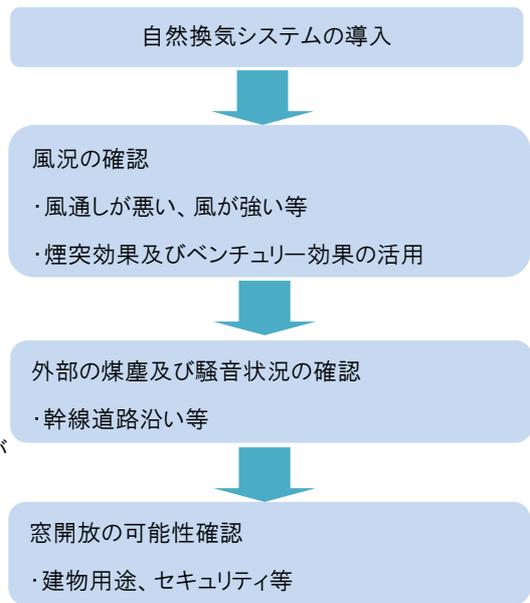


図 3.6 自然換気システムの導入検討フロー

■施工・引渡し段階

- ・ 人が出入りできるような自然換気口であって開閉が手動の場合は、防犯面を考慮して、閉め忘れを起こさないための対策を検討する。
- ・ 手動の自然換気口等を設けた場合、執務者及び施設管理者に換気口を開けるタイミングを伝える工夫について検討する。
- ・ 自動により換気をする場合、開放下限条件、雨天閉鎖条件等を確認する。
- ・ 自動により換気をする場合、開閉状況をデータから分析し、必要に応じて設定の最適化が行うことができるように構築する。
- ・ 自然換気効果を発揮するための開閉ルール等をマニュアルに整理し、施設管理者に引き継ぐ。

4) 効果算定の事例

■概算（計画時）

拡張アメダスデータから、自然換気可能時間と、可能時間における室内外のエンタルピー差を積算し、自然換気により低減される熱量を表 3.1 に示す。計画段階では、換気回数を 1～3 回/h と想定し、効果を算出する。効果の算出式は次のとおりとする。

$$\begin{aligned} & \text{自然換気による冷房エネルギー低減効果(kJ/年)} = \\ & (\text{合計熱量[kJ/kg]、表 3.1 から}) \times (\text{換気回数[/h]}) \times (\text{換気対象室容積[m}^3\text{)}) \\ & \times \text{比重}(=1.2[\text{kg/m}^3]) \div \text{空調システム効率}(=0.7[-]) \end{aligned}$$

■詳細（設計時）

上記の計算における換気回数、空調システム効率等について、計画内容に応じてより実情に近い値を想定する。自然換気経路の条件も含め、シミュレーションにより効果量を求めることも考慮する。

表 3.1 単位換気量(1kg)当たりの冷房負荷低減量

月	kJ/kg(D.A)	28℃,50%の場合	
		昼間	夜間
4月		3,541	1,432
5月		4,621	4,784
6月		1,977	2,574
7月		25	194
8月		6	68
9月		1,064	1,382
10月		3,611	2,371
11月		1,641	121
合計		16,485	12,926

自然換気可能条件（室内条件：28℃、50%）

- ①室内温度>外気温度
- ②室内エンタルピー>外気エンタルピー
- ③外気温度>室内露点温度

5) 導入事例



写真 3.1 東京都事務所自然換気システム設置事例
（自然換気取入口(左)、排出口(中央)、排出口：階段室上部換気窓(右)）

須永修通（首都大学東京）

建物の方位と熱・光環境

建物がどの方位に向いているかによって、日射の受け方が違う¹⁾。その特徴を理解して設計すると、空調や照明のエネルギー削減が図れ、同時に快適な熱・光環境を得られる。ここでは、学校建築での実測例と日除けや採光の方法を示す。

1. 夏の日射

東京の夏の日射は、図1、2のように、南面が小さい。8月では、東面、西面と南面が同じ日射量を受ける。その結果、東向き教室では午前に加え午後にも廊下の日射を受け、図3のように、2度室温のピークが生じ、南向き教室より暑くなっている。このような暑さを防ぐ対策として、下記が重要。

- ①東西からの低い太陽高度の日射を窓の外側^{注1)}で遮蔽する。
- ②東西面の日除け：低い位置からの日射には水平な日除けは効果が低く、縦型の日除けが基本となる。縦ルーバー、格子ルーバー、袖壁、外付けブラインドなどが有効。
- ③南面の日除け：南面は夏季高い位置から日射が射し込むため水平の日除けが基本。庇、ライトシェルフなど。
- ④断熱強化した場合は室内の熱が外に逃げにくくなるので、日射の遮蔽を徹底して行い、通風による排熱も同時に行う。

2. 冬の日射の射し込み

南面では、庇などの水平な日除けは、適度な長さがあれば夏の日射を上向きに遮蔽する。さらに、

- ⑤ライトシェルフは、直射を遮ると同時に天井面に反射して自然採光を行い、室内照度の均斉度を改善し、照明エネルギーを削減する。
- しかし、写真1のようなライトシェルフが付けられていても、冬には、写真2のように、室内に日射が射し込み、グレア(眩しさ)や顔の火照りの原因となる。この対策の一つとして、図4のような工夫²⁾も考えられる。

3. 南廊下

南側に廊下を配置すると、教室(居室)には北側からの安定した自然採光^{注2)}が得られる。一方、冬には日射熱で室内を暖めることも重要である。水平な庇をつけた廊下を南側に配置すれば、これらが可能となる。また、小学校などでは観察用植物の生育のために直射日光を入れる必要もあり、このような要求にも添える。なお、計画時には教師から南向きでないかとダメと猛反対されるが、南廊下として1年経過してもらおうと高評価に変わる。

注

1) 日除けは外付け：内付け(カーテン・ブラインド等)は、日射熱を7~8割程度室内に入れてしまうが、外付けは2~3割程度と少ない。また、夏は、日除けのために閉めてしまうので、通風の障害になる。ブラインドは、通風時の風で壊れることが多い。

2) 窓は高い位置にある方が明るい。天窗は側窓の3倍明るいと云われるが、夏の日射の射し込みに留意する。

参考文献

- 1) 須永修通、環境工学教科書「7. 太陽の動き」、p.78 彰国社、2000年
- 2) 図作成：川上梨沙(首都大学東京修士課程、現 清水建設技術研究所)
- 3) 首都大学東京 21世紀 COE プログラム、「学校建築を活かす 学校の再生・改修マニュアル」、p.44、首都大学東京建築学域、2007年

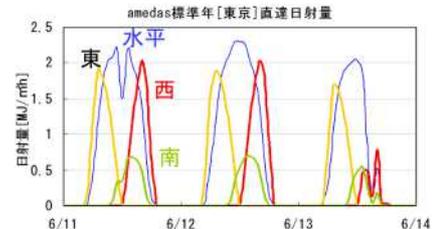


図1 夏の方位別日射量²⁾

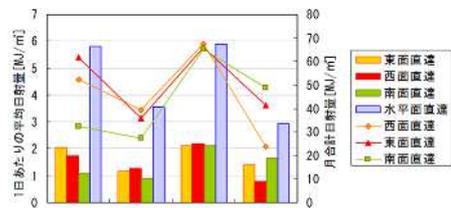


図2 方位別日射量の月変動²⁾

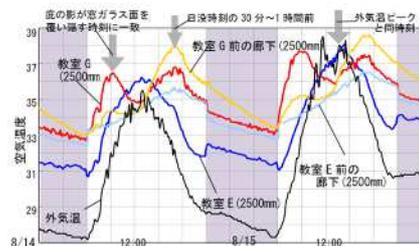


図3 東・南向き教室の夏の温度変動²⁾



写真1 ライトシェルフの例

写真2 同左、室内に射し込む冬の日射

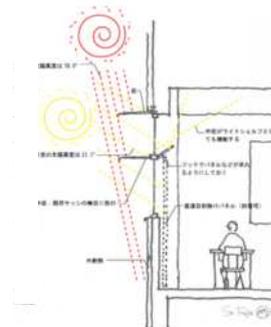


図4 冬の低い太陽高度に配慮したライトシェルフの案³⁾

トッランナー変圧器

1) 技術の概要

■技術の概要

変圧器は、24 時間 365 日休みなく動作し続けており、常に 2~4% の電気を損失している。この損失は、電気を使用しているときに変圧器にかかる負荷によって発生する負荷損失と、負荷の有無に関係なく発生する無負荷損失とに大別される。高効率の変圧器の機種には、電気を通すコイルが巻かれた鉄心部分にアモルファス合金を用いるアモルファス変圧器などもあり、より一層の無負荷損失を削減しているものがある(表 4.1)。

■トッランナー変圧器と超高効率変圧器

トッランナー変圧器とは、「エネルギーの使用の合理化に関する法律」(省エネ法)の機械器具等に係る措置における、トッランナー基準として定められた性能を上回る変圧器を指す(図 4.1)。変圧器のトッランナー基準は、2007、2014 年に目標年次を迎えている。現在の基準値は第三次トッランナー基準(2026 年が目標年次)のものとなっているが、東京都環境物品等調達方針の「変圧器」においては第二次トッランナーと同等の水準を採用している。

一方で、一部のメーカーにおいては、第二次トッランナー基準を大きく上回る効率(2014 年省エネ基準達成率 140%相当)の商品(高付加価値品)が既に販売されている。ここでは、この省エネ基準達成率 100%を大きく超える機器を便宜的に「超高効率変圧器」として扱う。

表 4.1 変圧器の仕様一覧(単相油入変圧器)

変圧器容量 kVA	機種	無負荷損 W	負荷損 W	エネルギー消費効率		省エネ基準 達成率 %
				代表値 W	基準値 W	
50	標準品	98~111	727~750	217~227	232	102~106
	高付加価値品	-	-	-	-	-
75	標準品	145~156	905~940	295~304	308	101~104
	高付加価値品	40~120	530~1050	174~248	308	177
100	標準品	150~175	1190~1341	364~373	377	101~104
	高付加価値品	50~145	735~1400	223~330	377	114~169
150	標準品	205~235	1605~1731	475~492	500	101~105
	高付加価値品	70~180	1015~2000	302~447	500	111~165
200	標準品	232~270	2000~2342	585~607	611	101~103
	高付加価値品	80~235	1325~2500	384~545	611	112~159
300	標準品	296~330	2780~3190	775~806	810	100~105
	高付加価値品	100~290	1940~3500	470~728	810	111~172
500	標準品	400~505	3670~4610	1092~1138	1150	101~105
	高付加価値品	145~450	2705~5200	820~1012	1150	113~140

※H25.3現在

■省エネ基準達成率

$$= \frac{\text{基準エネルギー消費効率 [W]}}{\text{エネルギー消費効率[W]}}$$

※ 省エネ基準達成率が 100%以上となる。(トッランナー機器)

※ 基準エネルギー消費効率:「変圧器の性能の向上に関する製造事業者等の判断の基準等」に示される、基準となるエネルギー消費効率(トッランナー基準)

図 4.1 省エネ基準達成率の定義式

(出典:「JIS C 9901:2019R 電気・電子機器の省エネルギー基準達成率の算出方法及び表示方法」)

2) 技術の効果

■省エネルギー・省 CO2 効果

変圧器の損失は、電気の使用又は未使用にかかわらず常に発生してしまう。図 4.2 に示すように、500kVA、負荷率 40%の場合で、第二次トッランナー基準相当品と超高効率変圧器の使用電力に対する損失電力の比率の差は、0.1%程度となる(年間 2MWh 程度の差)。超高効率変圧器は、無負荷損が小さくなる傾向にあり、負荷率が 0.2(20%)を下回るような状況において、その比率の差が大きくなる傾向にある。そのため、年間を通して低負荷率で運用される期間が多い施設等においては、より効果が出やすい。

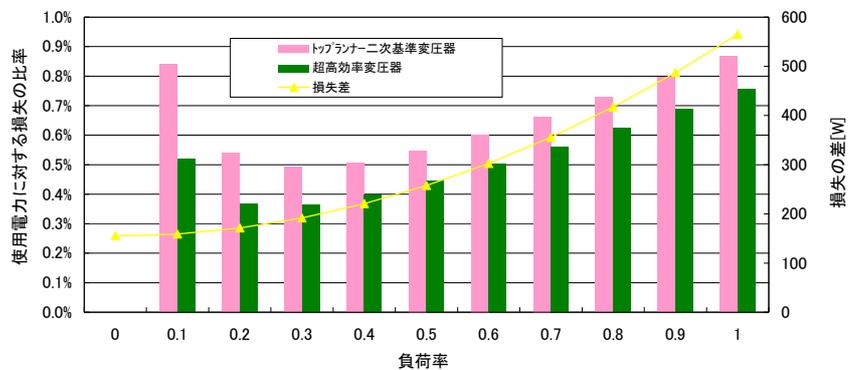


図 4.2 超高効率変圧器の省エネ効果(油入変圧器、500kVA)

3) 導入上の留意点

■設計段階

- ・ 変圧器は、油入及びモールド共に鉄心及びコイルの改良並びに冷却構造の改良により、大半が従来品よりもコンパクトになっているが、超高効率変圧器は、トプルランナー機種に比べて寸法が大きくなる場合があるので注意する。
- ・ 超高効率変圧器は、メーカーにより効果量の差が異なる点に留意する(2014 年省エネ基準達成率 110%程度のものから140%を超えるものまでである。)
- ・ 省エネルギー効果は、運用後の使用状況(負荷率)により異なるため、既存建築物における用途ごとの変圧器単位での電力消費量実績をもとに、実際に使用する負荷率を勘案して、効率の高くなる機種・容量を検討する。

■施工・引渡し段階

- ・ 省エネ効果の算定並びに変圧器の分割及び容量選定において、建物の使用状況を想定することが有用であるが、現段階では簡易な同時使用率の設定等から行われているものと想定される。実績データ(建物用途ごと並びに、変圧器の系統分割が行われる棟及び室用途単位ごとにおける電力消費量の実績値)を蓄積し、床面積当たりのピーク電力、最大負荷率、最小負荷率等を分析できるようにすることも検討していく。

4) 効果算定の事例

■概算(計画時)

(超高効率変圧器の場合)

計画する超高効率変圧器の 2014 年省エネ基準達成率を 110%、変圧器容量を 500kVA(単相油入)と想定し、省エネ効果(年間消費電力削減量)を算出する。

$$\text{基準エネルギー消費効率(表 4.2)} = 11.2 \times (500)^{0.732} = 1059 [W]$$

$$\text{エネルギー消費効率} [W] = 1059 / 110\% = 963 [W]$$

(∵省エネ基準達成率 110%)

$$= \text{基準エネルギー消費効率} [W] / \text{エネルギー消費効率} [W]$$

$$\text{効果量} [W] = 1059 - 963 = 96 [W]$$

$$\text{年間効果量} [Wh/\text{年}] = 96 [W] \times 365 [\text{日}/\text{年}] \times 24 [h/\text{日}] = 841 [kWh/\text{年}]$$

表 4.2 基準エネルギー消費効率 トプルランナー基準(2次)

種別		基準式
油入変圧器	単相	500kVA以下 $E = 11.2 \cdot (\text{kVA})^{0.732}$
	三相	500kVA以下 $E = 16.6 \cdot (\text{kVA})^{0.696}$
		500kVA超 $E = 11.1 \cdot (\text{kVA})^{0.809}$
モールド変圧器	単相	500kVA以下 $E = 16.9 \cdot (\text{kVA})^{0.674}$
	三相	500kVA以下 $E = 23.9 \cdot (\text{kVA})^{0.659}$
		500kVA超 $E = 22.7 \cdot (\text{kVA})^{0.718}$

※E:基準エネルギー消費効率[W]

■詳細(設計時)

選定する変圧器の仕様(無負荷損及び負荷損)と、建物用途による負荷率から次の式により、効果量を算出する。

$$\text{エネルギー消費効率(全損失)} E[W] = w_i + (m / 100)^2 \times w_o$$

$$\left(\begin{array}{l} w_i: \text{無負荷損} [w] \\ m: \text{負荷率} [\%] \\ w_o: \text{負荷損} [w] \end{array} \right)$$

(出典:「変圧器のエネルギー消費性能の向上に関する製造事業者等の判断の基準等」平成 25 年 12 月 27 日経済産業省告示第 269 号)

デマンド監視装置

1) 技術の概要

■技術の概要

現在の電気料金制度は、需要家側の負荷平準化による供給効率の向上を目的とし、デマンド管理及び力率の改善を誘導するものとなっている。契約電力については、所定時間(30分間)の平均電力である「デマンド」(需要値)の最大値(最大デマンド)が電力会社との契約電力となる。

契約電力は、現在の契約電力を超えてしまった場合に見直され、当月の請求額からこの超過した契約電力となり、1年間は見直されない。デマンド監視装置は、使用電力の契約電力超過防止又は契約電力の低下を目的として使用上限値に対するデマンドを監視する装置であり、計測機能に標準的に付属するものとして、モニタリング機能、警報機能(アラーム)等がある。

また、こうしたデマンド監視装置には、このような機能のほかに、空調設備の集中管理コントローラー等と連係することで、電力使用状況に応じた空調機器の出力、ON/OFF 制御を自動的に掛ける機能(※)及びネットワークを経由して各事業所の観測値を中央から統括して見ることができる機能を実現できる機種がある。また、近年は、供給側からの要望に応じて、需要家側の負荷を自動抑制する仕組み(デマンド・レスポンス機能)を有する「スマートメーター」もある。

都有施設整備において、デマンド監視装置は、平成 23 年度の電力緊急対策としての節電対策を機に設置が促進され、「温室効果ガス削減都庁行動計画」(平成 24 年 3 月)、「東京都省エネ・エネルギーマネジメント推進方針」(平成 24 年 5 月)にも位置付けられている。

※電気式のビル用マルチエアコンを主とする施設等においては、施設全体の電力使用量(契約電力に対するひっ迫状況)に応じて自動的に空調制御を掛ける機能(デマンド制御)を追加し、適切にピーク超過の抑止を検討する必要がある(図 5.3)。

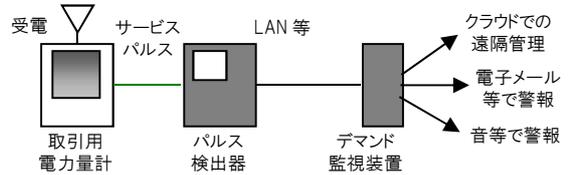


図 5.1 デマンド監視装置構成例

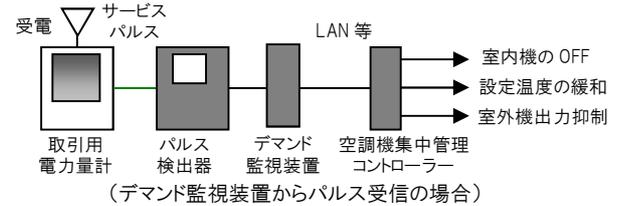


図 5.2 デマンド監視装置構成例(空調制御連係)

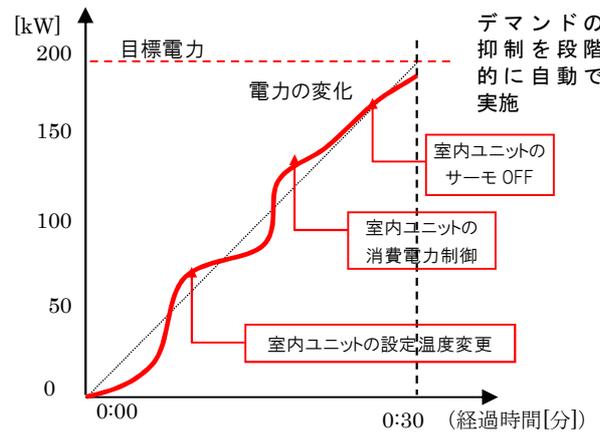


図 5.3 デマンド自動抑制制御のイメージ(個別空調方式)

2) 技術の効果

■最大電力抑制効果・省コスト効果

デマンド監視装置は、最大電力を抑制し、電力超過防止を図る(電力料金の基本料金の抑制)ことが目的となる。平成 23 年の東日本大震災以降は、節電(電力ピーク対策)という意味で、エネルギーマネジメントにおける重要な役割として位置付けられるようになってきている。

図 5.4 にデマンド監視が効果的となる高等学校の事例の電力消費量の年間発生頻度分布(ヒストグラム)を示す。ここでは、それぞれの電力使用量区分でどれだけの発生時間であったかを示している。

■省エネルギー・省 CO2 効果

デマンド監視装置は、最大使用電力が設定した上限値を超過しないことを目的とした装置であるが、電力の使用を抑制することで、省エネルギー効果もある。

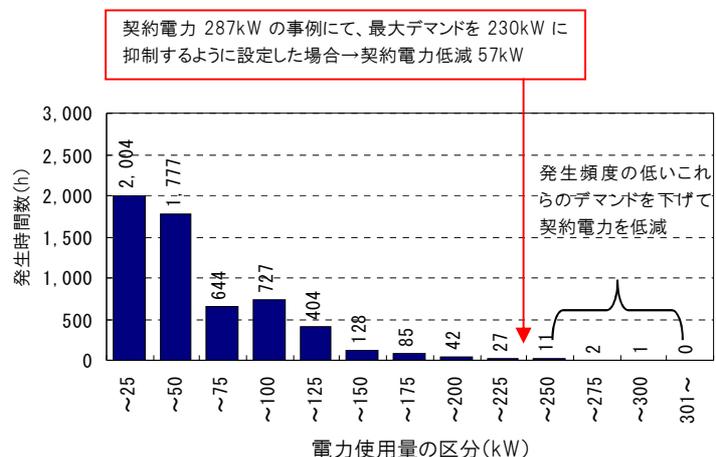


図 5.4 電力使用量区分毎の発生時間数のヒストグラム

3) 導入上の留意点

■設計段階

- ・ 警報が鳴った際に施設管理者が気付くことができるよう、設置位置を工夫する、又は遠隔警報若しくはパソコン上での専用ソフトによる管理等の機能付与を検討する。
- ・ 電気式のビル用マルチエアコンを主要な空調システムとして採用する建物等においては、デマンド入力に対応した集中管理コントローラ一等を導入し、自動的なデマンド制御機能による電力ピーク対策を図る(デマンド監視装置によらず、単独でデマンドパルスを取り込む方式もある。)

■施工、引渡し段階

- ・ デマンド監視装置は、適切な調整がなされていないと、契約電力の超過を防止し、又は低減する目的を果たせないため、取引メーターの数値等と照らし合わせるなどして適切に契約電力及び警報出力値の設定を行い、施設管理者に引継ぐ必要がある。
- ・ ビル用マルチエアコンの集中管理コントローラ一等と連係(デマンド制御)する場合は、どのように電力消費量を抑えるか、その方策(空調機の停止等)について施設管理者と協議して設定し、マニュアル等に整理する。
- ・ デマンド設定値は、使用状況に対して低めの値を設定した場合には、頻繁に警報が鳴ることとなり、一方で余裕のある設定をした場合には、警報が鳴らない。そのため、契約電力の低減に貢献するとともに、無理なく運用改善にて対応できる設定値を運用開始後に再調整する場合も考えられることから、これらの装置から取得できるデータを基に、適切な設定値を設定するための方法を整理しておく。

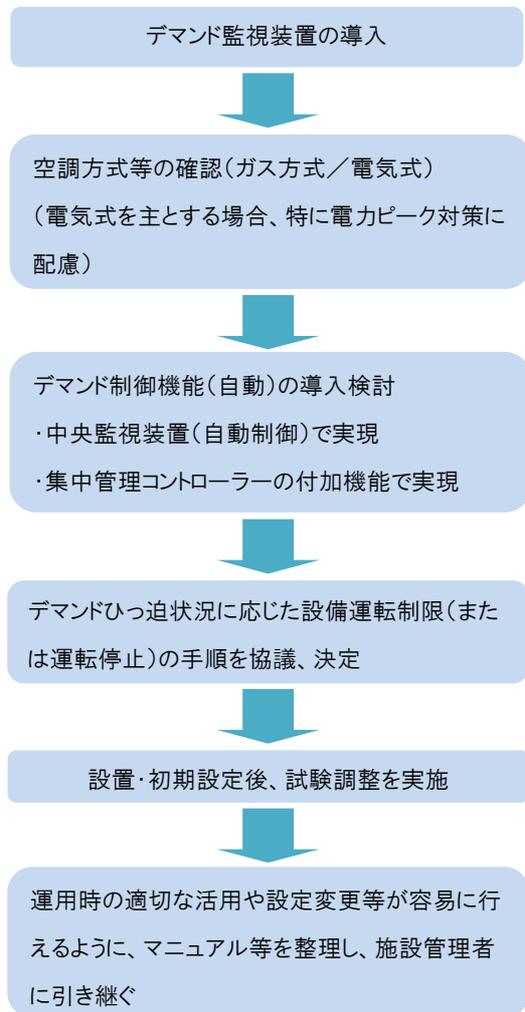


図 5.5 デマンド監視装置の導入フロー

4) 効果算定の事例

■概算(計画時)

契約電力量に相当する数字に対して、10%程度の電力超過を防止できると想定した場合の効果量(基本料金の低減)を確認する。

- ・ 普通高校(延べ床面積 10,000 m²相当)の建物(契約電力 250kW)の場合

契約電力低減可能見込み = $250 \times 10\% = 25$ [kW]

年間基本料金低減効果 = 25 [kW] \times 基本料金 [円/(月・kW)] \times 12 か月 \approx 491,000 円

※基本料金は、各検討において適宜設定する。業務用電力(東京電力)とした場合は、1684 円(平成 26 年 4 月現在)

太陽光発電設備

1) 技術の概要

■技術の概要

太陽電池は、電気的な性質の異なるP型とN型の2つの半導体を接合した構造をしており、光が入射すると正と負の電気がそれぞれP型とN型の各半導体に集まる。電極を電線でつなぐと電流が流れて電力を取り出すことができる。この太陽電池をモジュール化し、アレイとして組んだものが太陽光発電設備である。太陽電池の種類は様々であるが、普及しているものとしてはシリコン系の単結晶型太陽電池、多結晶型太陽電池等がある。太陽電池から供給される電力は直流であり、日射量の状況によっては、電流及び電圧が不安定となる。また、日本の住宅及び業務系建物内の電力供給は、交流であるため、太陽電池から供給される電力を建物内で使用するためには、パワーコンディショナーと呼ばれる装置で直流/交流を変換し、電流及び電圧を整える必要がある。

太陽光発電設備は、主に省エネルギーによる低炭素化を目的として開発・普及が行われ、年々変換効率が向上してきた。また、東日本大震災以後、その役割に防災設備としての機能(公共施設及び避難所施設において、電源途絶時(停電時)の電力供給の手段として、蓄電池と組み合わせる例など)が付与される面もみられる。固定価格買取制度等により経済的利点が高まったことは、太陽光発電設備の普及に大きな弾みをつけ、価格の低廉化も加速させた。

また、太陽光発電設備には、標準的に自立運転が可能なコンセントがついているが、災害時に電源を必要とする場所が明らかな場合は、その場所まで配線を延長しておくなどの工夫もある。

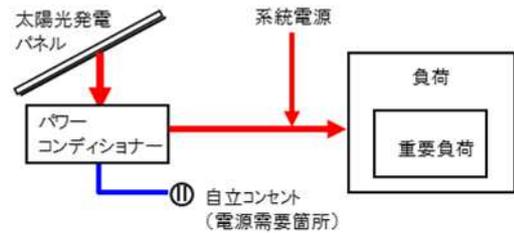
※自立運転…商用電源の供給がない状況においても給電機能を維持する運転

表 6.1 太陽電池の仕様一覧

種類	結晶シリコン系		薄膜系	
	単結晶	多結晶	アモルファス	CIS, CIGS
特徴	豊富な使用実績があり、効率が高い。	単結晶に比べ、製造コストを抑えることが可能である。	アモルファス(非結晶質)シリコンをガラス等の基板の上に1μm内外の非常に薄い膜を形成させて作った太陽電池。大面積で、量産でき、使用するシリコン量も少ない。	銅・インジウム・ガリウム・セレンの化合物で、数μm程度の膜を形成させて作った太陽電池。量産性やデザイン性がよく、材料使用量が少ないため、製造コストを抑えることができる。
モジュール変換効率	約17~20%	約16~18%	約8~12%	約15%
その他	モジュール変換効率は、JIS C 8918:2013「結晶太陽電池モジュール」の条件(25℃)での表記であるため、夏場の高温下では発電能力が下がる。		アモルファスは温度上昇に強い。夏場等は同容量の結晶系に比べて発電量が多くなる可能性がある。	温度上昇に強く、かつ、光照射効果という太陽光に当てると出力が上昇する現象が起きるため、同容量の結晶系に比べて発電量が多くなる可能性がある。

(出典:「電気設備工事監理指針 令和4年版」(一社)公共建築協会)

太陽光発電設備構成例



停電対応の例(蓄電池設置)

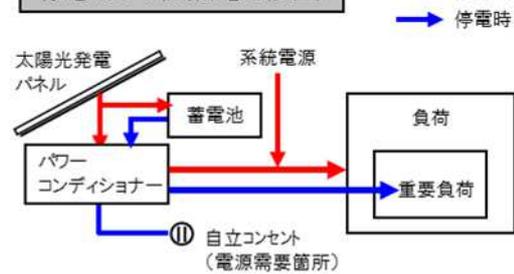


図 6.1 太陽光発電設備の構成例

2) 技術の効果

■省エネルギー・省CO2効果

太陽光発電は、導入した容量に応じて電力を創出し、省エネルギー・省CO2となる。図 6.2 に示す東京地域における出力 10kW の太陽光発電設備では、9,875kWh/年程度の発電量となる。

■ピーク電力抑制効果

太陽光発電による電力の創出は、太陽から光が照っている昼間の時間帯に限られる。このような条件が付いた場合であっても、昼間に最大デマンドが出現する施設においては、電力ピーク低減の効果が得られる。

■商用電力途絶時の防災機能

自立運転機能付きの太陽光発電設備は、晴れている時間帯においては、災害により商用電力が途絶してしまった場合に、自立運転用コンセントから電力を供給することが可能であり、防災設備として利用することができる。また、蓄電池設備と組み合わせること、発電及び使用の時間帯を同一とする必要性がなくなり、より利便性が高まる。

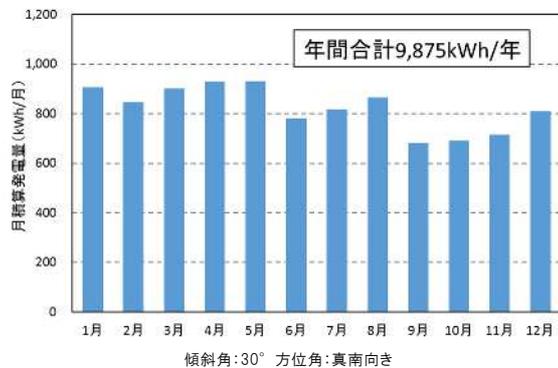


図 6.2 東京地域における月積算発電量(出力10kW)
(データ出典:アメダス(練馬)データ、NEDO 日射量データベース(練馬)データ
式出典:「JIS C 8907:2005 太陽光発電システムの発電電力量推定方法」)

3) 導入上の留意点

■設計段階

- ・ 東京都建築物環境計画書制度の対象建物において、太陽光発電設備は導入検討の義務がある(検討シート有り)。
- ・ 地域、気象条件並びに太陽電池の設置する方位及び角度により発電量が変化する点に注意する(図 6.3)。
- ・ 固定荷重、圧縮荷重、積雪荷重、地震荷重等を組み合わせた荷重に耐え得る強度となるように注意する。
- ・ 建物の高さ制限の有無等を確認し、効率的な傾斜角の確保に努める。
- ・ 出力 50kW 以上の太陽光発電設備は、自家用電気工作物となり、電気主任技術者の選任を要するため、主任技術者の居ない低圧受電の施設等への設置に当たっては、注意が必要となる。
- ・ 太陽電池は、一部のアレイユニットに日影がかかると、当該ユニットと直列に接続されているユニット全ての発電量が低下してしまう。このような場合は、バイパスダイオード導入等の措置について検討する。
- ・ 系統連系を行う場合、電力会社と事前に協議しておく必要がある。
- ・ 太陽電池アレイは、大きな面積を占めるため、建物の外観、周囲の景観との調和、アレイの反射光による周辺建物への光害等について注意する。
- ・ 塵埃等によりパネル表面が汚れ、発電量が低下する可能性があるため、定期の点検及び清掃を行いやすいようにメンテナンススペースを確保する。
- ・ 発電量データを蓄積・管理できるものとし、発電量の変化等を確認できるようにする。
- ・ 施設に BEMS 等のデータ収集装置がある場合は、データの統合ができるように配慮する。また、来庁者向けなどに、発電量を表示する仕組みについても検討する。
- ・ 太陽光発電及び蓄電池による防災時利用を可能とするシステムを採用する場合、どのシステムを重要システムとして扱うか、施設の防災時における防災対応マニュアル等との整合を勘案して検討する。
- ・ 既築の施設に太陽光発電設備を設置する場合、設置面における耐荷重の確認を行い、屋根面設置の場合は、架台設置等において防水層が切れないよう取り合い、場合により防水改修を行う。

■施工・引渡し段階

- ・ 停電時に太陽光発電による自立運転を行う場合は、一般的に手動での切替えが必要となることなど、使い方をマニュアル等で整理し、施設管理者に引き継ぐ。

4) 効果算定の事例

■概算(計画時)

東京地域では、真南向き、傾斜角 30° による定格出力 1kW 当たりの年間発電量は、一般的な概算値で 1000kWh 程度となる。一方で、設置方位又は設置角度の違いにより発電量の差異が生じるため、設置方位及び設置角度を勘案して発電量を算出する。定格出力 10kW、東南東向き(方位角 75°)、傾斜角 20° の場合は、図 6.3 から次の計算式で表される。

$$\text{発電量} = 1000\text{kWh}/(\text{年}\cdot\text{kW}) \times 10\text{kW} \times 90\% = 9000\text{kWh}/\text{年}$$

■詳細(設計時)

選定した太陽光発電設備により、発電量を算出する。

$$\text{発電量} = P \times (1/\alpha) \times Q \times K \times 10^{-3}$$

- (
- P: 太陽電池アレイのシステム容量(kW)
 - α : 基準状態の日射強度(kW/m²)
 - Q: 太陽電池アレイ設置面の単位当たりの日射量(W/m²)
 - K: 総合設計係数
-)

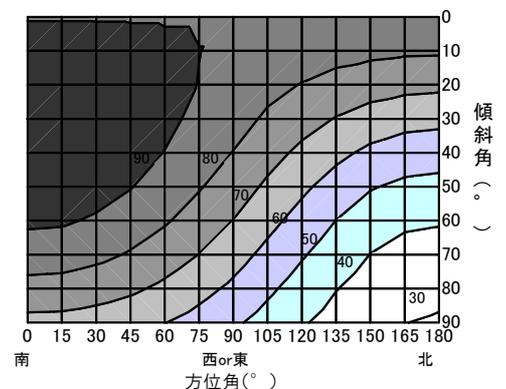


図 6.3 方位角及び傾斜角による発電量の比率
(方位角0度、傾斜角 30 度の場合を 100 とした比率)
地域:東京

コージェネレーション装置

1) 技術の概要

■技術の概要

コージェネレーション装置は、大きく分類して、天然ガス等の燃料によりガスエンジン、ガスタービン等を駆動させ、発電機によって電気を作るとともに発電に伴って発生する排熱を回収するタイプと、天然ガスから取り出した水素と空気中の酸素から電気を作り出すとともに同時に発生する熱を回収するタイプ(燃料電池)とがある。

コージェネレーション装置は、図 7.1 に示すとおり、総合効率(電気+熱の出力を入力で除したもの)が 70~80%程度の高効率なシステムである。また、天然ガスを利用することから、電力ピーク対策としての効果がある。排熱を上手に使い切ることが重要であるため、排熱の利用先として、コージェネレーション装置に貯湯ユニットを当初から併設した排熱回収型給湯器、冷暖房ができる排熱回収型のナチュラルチラー等も商品化されている。

コージェネレーション装置の発電容量は、施設規模により多様化され、小規模用としては 5~35kW、事務所・業務用としては数百 kW クラス、大規模工場及び地域冷暖房用途としては数万 kW クラスがある。最新の中小型ガスエンジンクラスでは発電効率が 40%(HHV: 高位発熱量基準)を超える物も商品化されており、熱需要との整合により省エネルギーを実現する。

コージェネレーション装置は、事務所ビル等の熱需要が小さい施設においては、あまり検討対象とされてこなかった。一方で、平成 23 年の東日本大震災以後、防災的視点から電源分散化の機運が高まっており、省エネ法の工場等に係る措置においても平成 25 年 5 月の改訂で、電力需要ピーク時の系統電力の使用を低減する取組を行った場合に、これをプラスに評価できる体系となった。

このような背景を受け、停電時にも機器内部の蓄電池から電源供給を受けることで、自立的な運転が可能な製品に加え、天然ガス又は液体燃料(灯油又は重油)等のダブルフェUELでの運転が可能な製品も現れてきている。

表 7.1 コージェネレーション装置の仕様一覧

種別	ガスエンジン	ガスタービン
単機容量	~9,000kW	~9,000kW
燃料	天然ガス、LPG	天然ガス、LPG A重油、軽油及び灯油
発電効率	26~49%	25~48%

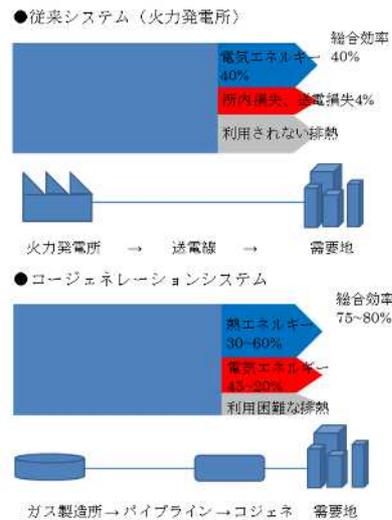


図 7.1 コージェネレーション装置の役割のイメージ

2) 技術の効果

■省エネルギー・省 CO2 効果

コージェネレーション装置は、排熱を上手に利用することで、系統電源による従来型の設備に対して、省エネルギーとなる場合が多い。

■電力ピーク対策効果

コージェネレーション装置は、天然ガス等の燃料から発電を行う設備であると同時に、排熱による冷暖房及び給湯が可能となるため、図 7.2 のように、系統からの電力の使用量を低減することができ、導入しない場合に比べ、電力負荷を平準化する効果を見込める。

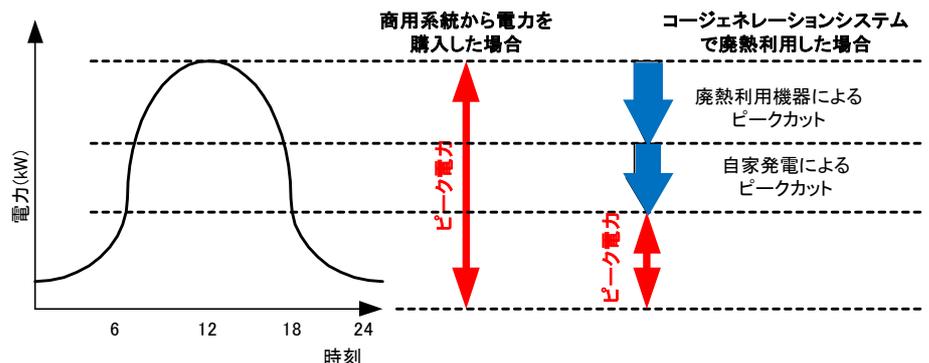


図 7.2 コージェネレーション装置によるピーク電力削減のイメージ

3) 導入上の留意点

■設計段階

- ・ 年間の熱需要(排熱利用可能量)の見込みについて十分に検討する。
- ・ 発電機の分解点検などのメンテナンススペースを十分に考慮する。
- ・ 災害時の電源、都市ガス、上水等のインフラ途絶時におけるコージェネレーション装置の役割を検討し、どの程度の期間においてどの程度の負荷に対して電力及び熱を供給するのかの各要件に応じた導入仕様を検討する。
- ・ 必要なメンテナンス(周期及び費用)等について確認する。

■施工・引渡し段階

- ・ 適正な効率の発電及び熱消費が行われているかについて、コージェネレーションからの発電量、燃料消費量、熱需要等のデータを計測及び保存し、総合効率の算出等が可能となるよう設備構築を行い、適切に引き継ぐことで、運用の適正化に資する。

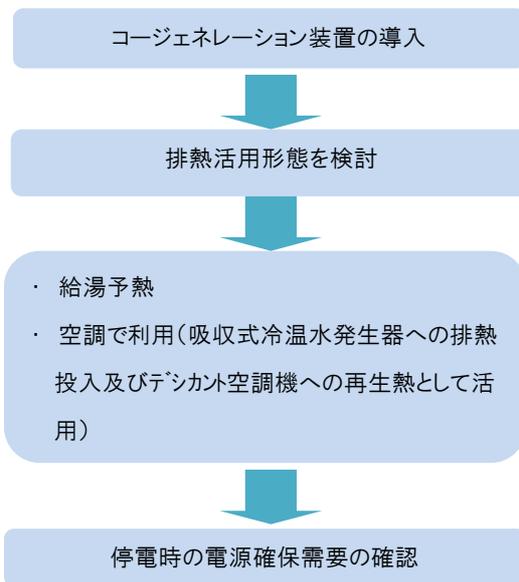


図 7.3 コージェネレーション装置の導入検討フロー

4) 効果算定の事例

■概算(計画時)

発電機の容量のみを決定し、コージェネレーション装置の導入により作り出す電力及び熱について、それぞれ従来型システム(電力供給は商用電力、熱供給はボイラーによる)で賄う場合と、コージェネレーションシステムで賄う場合の一次エネルギー消費量の差により効果量を求める(図 7.4)。

施設において、熱の需要が十分にあり、かつ排熱が十分に活用できるとした場合の例(コージェネの発電効率を 40%、熱効率を 30%、従来システム側のボイラー効率を 0.8、商用電力の総合効率を $0.37(=3600/9760※)$ と想定)で、コージェネレーション装置の一次エネルギー消費量を 100 とした場合で、電力 40 及び熱 40 が生成され、熱 10 は余剰になると想定したときに、従来システムの一次エネルギー消費量は、次のとおりとなる。

$$\begin{aligned} \text{電力 } 40 / 0.37 &= 108 \\ \text{熱 } 30 / 0.8 &= 37.5 \end{aligned}$$

合計 145.5

※商用電力の効率は、省エネ法における電力の原単位から、 $1\text{kWh}=9760\text{MJ}$ と設定

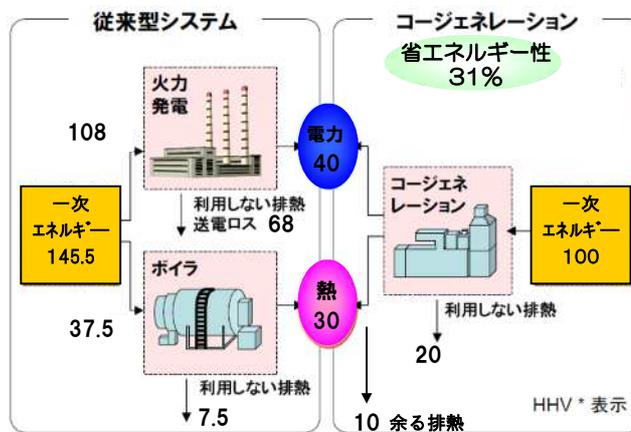


図 7.4 コージェネレーション装置の省エネ効果

■詳細(設計時)

詳細なコージェネレーション装置による省エネルギー量を計算する場合には、実際の変化する運転状態の下で、年間の積算により求めるシミュレーション等の手法がある。

LED照明 (ベースライト)

1) 技術の概要

■技術の概要

LED(発光ダイオード、Light Emitting Diode)は、電流を流すと光る半導体の一種であり、LED チップの順方向に電圧をかけると、電子及び正孔が移動し、電流が流れ、電子と正孔とが衝突すると、それまで保持していたエネルギーのレベルが低下し、そのとき生じた余分のエネルギーが光のエネルギーに変換され、発光する仕組みである。このLEDを光源とした照明器具がLED照明器具であり、様々な光色及び色温度の実現や光源自体が軽量かつ小型であることから、節電対策の手法の一つとして大幅に普及した。

■LED照明器具(ベースライト)の動向

LED照明は、以前はHf型蛍光灯と同等又はそれ以下の照明効率であったが、近年は高い効率を確保する製品が登場し、省エネルギーを実現するに至っている。

ちらつき等の執務上の課題もおおむね解決され、一般的に十分な実用性を揃えたものとなっている。公共施設用照明器具*としてのLEDラインナップも充実しており、今後の普及が加速した(表 8.1)。

表 8.1 LED照明の仕様(一例)

器 種	定電圧 [V]	消費電力 [W]	入力電流 [A]	固有効率(消費電力/光束lm/W)	実効電圧 [V]	寸 法 [mm]			材 質		背照形式	制御機能	グレア分類
						a	b	c	± 公差	射出材			
L896-4-23	2,300E3上 2,600E3下	18 以下	21 以下	135 以上	AC 100 ~ 242	1,200 ~ 1,300	200 ~ 280	35 ~ 55	SPC AUC AIP	PC PMMA	B21 B22		LN LC
L896-4-30	3,000E3上 3,300E3下	22 以下	29 以下	140 以上									
L896-4-37	3,700E3上 4,100E3下	27 以下	31 以下	140 以上									
L896-4-45	4,500E3上 5,000E3下	35 以下	41 以下	145 以上									
L896-4-46	6,300E3上 7,000E3下	46 以下	54 以下	145 以上									

* 公共施設用照明器具:標準委員会が定める共通仕様で器具設計しており、形名が同じならメーカーを問わず同等の器具を選ぶことができる。標準仕様書等に掲載されている。

(出典:「公共建築設備工事標準図(電気設備工事編)令和4年版」(国土交通省) (<https://www.mlit.go.jp/gobuild/content/001472440.pdf>))

2) 技術の効果

■省エネルギー・省CO2効果

平成30年3月時点においては、公共施設型番を有するLEDベースライトは、同じく公共施設型番を有するHf型蛍光灯よりも寿命期間中において省エネルギーとなるが、経済性においては、機器仕様又は数量により異なり、LCCでの比較検討が必要だった。しかし、近年は経済性においてもLEDベースライトの方が有利になってきている。

また、LEDは低出力化での効率低下が小さく調光性が良いなど、照明制御との相性が良いこと、寿命が長いことなどの利点がある。さらに、小型、軽量等の特質から、タスク&アンビエント照明方式への活用、様々なデザイン空間への利用(演出)等、デザイン性が高い。

3) 導入上の留意点

■設計段階

- ・ 器具数計算上の保守率は、LEDのものを用いる(図 8.1)。
- ・ LED照明器具は、ある一定の器具温度以下に保つ必要があるため、器具表面の放熱面積を確保するように配慮する。放熱設計の考え方については、照明器具メーカー等からガイドラインが公開されているので、これらを参照する。
- ・ LED照明は、光源が小さく高輝度であるため、グレアの発生に留意するとともに、ルーバー、アクリルカバー等の設置を検討する。
- ・ LEDの明るさは、デューティ制御方式と呼ばれる方式により制御されている。デューティとは、点滅周期(=点灯時間+消灯時間)に対する点灯時間の割合を百分率で示した値で、このデューティの長短で明るさを制御できる。ただし、点滅周期を長くした場合には、ちらつきと認識されてしまう点に留意する。また、点滅周期を短くする場合には、LED光源の応答速度がそれに対応可能か否かの確認が必要となる。

$$\text{保守率} : M = M(L) \times M(F)$$

- M(L) : 寿命試験の結果による。
寿命試験を実施していないものは Ml=0.7 と仮定光源の保守率(光束維持率)
- ・ ランプ光束の点灯時間による低下と汚れなど
- M(F) : 照明器具の保守率(光束維持率)
- ・ ・ ・ 反射板、ルーバ、カバーの汚れなど

図 8.1 照明器具数設計における保守率

都市に必要な緑とは？

都市における緑は、景観の向上に加え、二酸化炭素吸収体として地球温暖化を抑制し、樹冠が日射遮蔽物としてヒートアイランドを軽減し、ビル風も防ぐ等、私たちが生活する環境の質を向上する機能がある。また近年は、高度な施工技術の発展により、様々なアイディアで積極的に建物と緑とが融合した建築が国内外で数多く提案されている（図1）。



M2 Metro Station in Lausanne



MFO-Park in Zurich

図1 海外の緑化事例

しかしながら、緑の量が多ければ多い方が良いというわけではなく、特にスペースの限られた都市では、緑の生育環境や維持管理、剪定計画などの生長過程を予め検討し、対象とする敷地で求められる緑の効果を十分に発揮させるための植栽計画が重要になる。例えば、屋上では、荷重制限により十分な土壌が確保できず、地上より風が強く乾燥し、壁面では、方位や周辺建物との位置関係により日照条件が大きく異なる。地上部では、植栽基盤のスペースは道路や歩道、建築物や地下設備等と取り合わなければならない。そこまで手間をかけて緑を導入しても、建築のように竣工直後から性能が発揮されるわけではなく、植栽基盤の計画と竣工後の維持管理により、緑の発揮できる効果は左右される。

このように、都市に本格的に緑を導入するには10年後、20年後にどのような空間を目指したいのか、建築、造園、クライアントの間で、予めコンセンサスを得ながら設計を進める仕組み作りが必要になってくる。そのコミュニケーションを支援する一つの方法として、シミュレーションにより緑の効果を定量的に予測し、可視化情報として共有することが挙げられる。図2に示す熱画像は、竣工直後と10年後の樹木の生長による住宅の外構の温熱環境の違いを予測したものである。これは、ランドスケープアーキテクトが、クライアントと建築設計者と、植栽基盤のスペースやコストを協議する際に実際に使用したものである。今後、このような方法を使って、設計段階に限らず、建物の運用段階においても、施主、設計者、施工者、管理者の間で積極的に情報を共有し、将来のために、より効果の高い緑化空間が創出されることを期待したい。

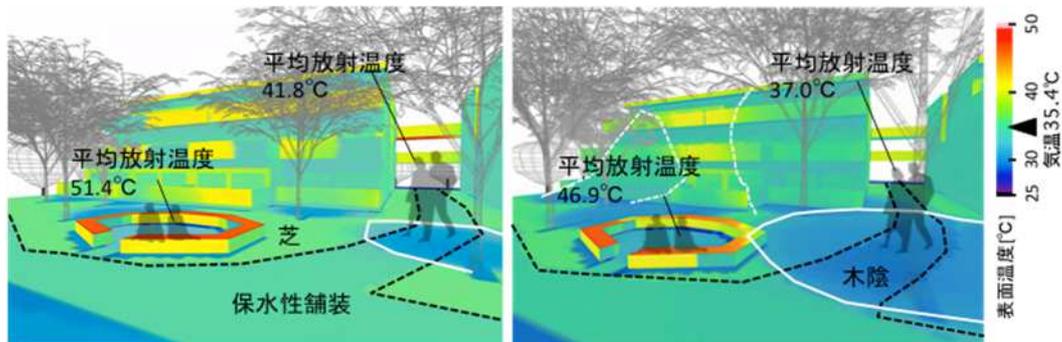


図2 夏季12時の表面温度分布画像の例（左：現状、右：10年後）¹⁾

参考文献 1) 熊倉永子、村上暁信、中大窪千晶：パッシブデザインを適用した街区のランドスケープ設計における熱環境シミュレータの導入、日本建築学会大会学術講演梗概集、pp. 1047-1048、2014. 9

照度調整制御システム

1) 技術の概要

■技術の概要

照明の調光制御で省エネルギーを図る方策は、大きく分類して、机上面照度を必要十分に保つために照明出力を調整することを目的とする制御と、照明をする必要のない空間の照明をきめ細やかに消灯することを目的とする制御とがある。前者は、「初期照度補正制御」、「明るさセンサー昼光連動制御」等の方式があり、後者には「人感センサー制御」、「スケジュール制御」等がある。

「初期照度補正制御」は、図 9.1 に示すように、将来的な照度低下を見込んで、設置初期においては、必要とする照度よりも高い照度で発光するランプを設置することによる無駄な出力部分を省くために行われる。これには、従来の明るさセンサーを持たず、タイマーを内蔵して点灯時間から安定器を自動的に絞る方式と、「明るさセンサー」により照度を一定に調整する方式がある。後者は、窓等からの採光を考慮し、部屋全体で均一の照明照度を確保する「明るさセンサー昼光連動制御」を行う場合、付随して行われる。

近年、センサーを用いた照明制御は、照明制御盤による照明システムを構築しなくとも、明るさセンサー制御等を器具が独立して行う製品が登場し、中小規模単位のビルにおいても導入しやすくなっている。また、照明エリアを細分化し、きめ細かな照明を行う方式として、1灯ごとに on/off 制御等が可能な照明システムもある。

人感センサー制御及びスケジュール制御は、複合的に組み合わせられた照明システムとして照明監視盤から全体を管理するシステムが一般的であり、室の利用状況及び管理方法に応じて、点灯、減灯、消灯等を人の在不在及び時刻から制御する(図 9.2)。

また、東日本大震災以後、室内の設定照度を最適化(机上面 300~500lx)する傾向が高まり、調光の需要についても高まっている(解説書 No.10 タスク&アンビエント照明も参照)。

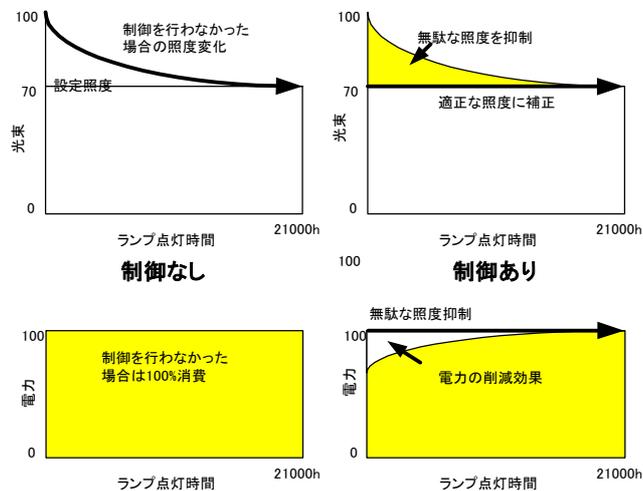


図 9.1 初期照度補正による電力削減のイメージ

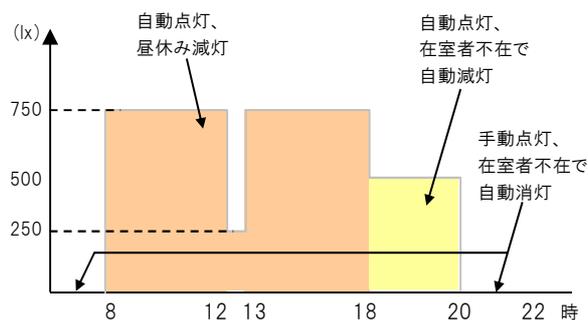


図 9.2 人感センサーとスケジュール制御の組み合わせ例

2) 技術の効果

■省エネルギー・省CO2効果

照明は、出力を絞ること及び点灯時間を短くすることで省エネルギーを実現する。

各制御を導入することによる効果は、建築計画による室の昼光率又は利用状況により異なるが、省エネ効果の評価の一例として、表 9.1 の数値が示されている。

表 9.1 照明制御による一次エネルギー消費量削減効果の率

制御の方法	係数
在室検知制御(点滅方式)	0.7
明るさ検知制御(点滅方式)	0.8
タイムスケジュール制御(点滅方式)	0.9
初期照度補正機能(LED)	0.95

(出典:エネルギー消費性能計算プログラム(非住宅版)標準入力法入力マニュアル Ver3.5(2023年10月))

3) 導入上の留意点

■設計段階

- ・ 各種制御において、制御ゾーンを小さくするほど、こまめな減灯及び消灯が可能となる(スイッチ回路の細分化)が、その分、配線系統、センサー等の費用が割高となるので、用途等により効果的な導入となるよう配慮する。また、人感センサー及びスケジュール制御機能については、運用に合わせた適切なエリアの切り分けを検討する。
- ・ 照明の制御ゾーンについては、室の使われ方に併せて区分することが重要である。また、これに加えて昼光利用による照明制御を検討する際には、室の利用状況を勘案するだけでなく、窓の位置等も含めて制御ゾーンの検討を行う(図 9.4)。
- ・ 照明器具の照度調整機能については、出力制御の下限値に留意する。出力下限値が高い場合、昼光の利用により照明器具からの照明が必要ない時間帯であったとしても、追従できず照明が点灯する。
- ・ 人感センサーによる制御は、トイレ、給湯室、廊下等の人の出入りが断続的かつ不規則であり、また、自身が最終退出者か否かを判断しづらい箇所について、特に重点的に導入する。

■施工・引渡し段階

- ・ 集中管理コントローラーを導入した場合は、施設管理者のために、制御の目的及び適切な運用方法をマニュアル等に整理する。
- ・ 現状のセンサー内蔵タイプの照明器具は、設定照度を後から変更できることが望ましいが、引渡し段階において、高照度のまま供用が開始されてしまうと、後から照度を下げる(照明を暗めにする)ことは難しいため、事前に施設管理者と初期の設定照度(省エネルギーとなる運用)について十分に調整する。

4) 効果算定の事例

■概算(計画時)

室ごとに導入される制御の組合せを整理し、表 9.1 の効果率を乗じ、年間での削減量を算出する。(点灯時間は、事務所ビル等で 3,000 時間、学校等で 2,000 時間等を利用できる。(CEC/L 算出方法:IBEC))

照明電力消費量(Wh)

$$= \sum (\text{照明出力(W)} \times \text{点灯時間(h)} \times \text{効果率})$$

■詳細(設計時)

詳細な効果算定方法も原則的には計画段階と同じであるが、昼光シミュレーション等により、明るさセンサーの効果を見込める場合は、それらの数値を見直す。

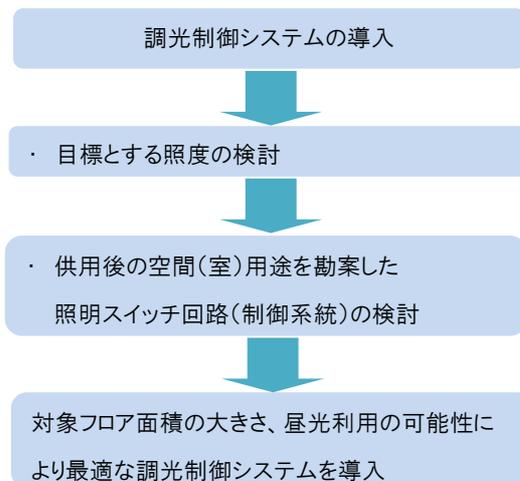
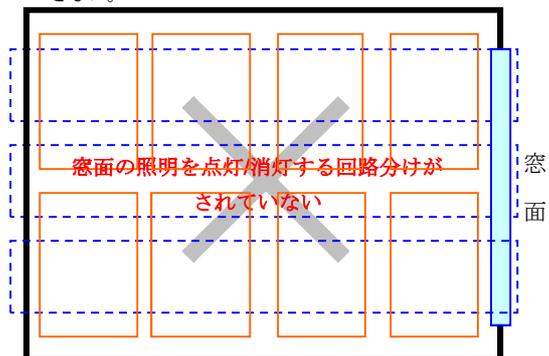
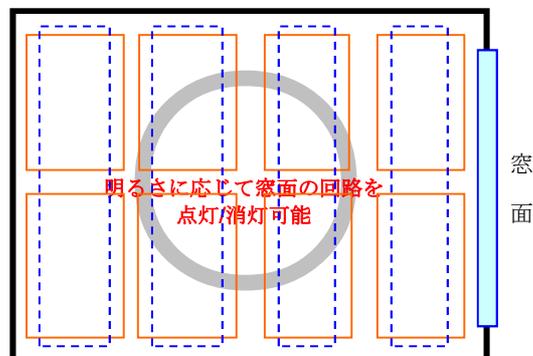


図 9.3 照度調整制御システムの導入検討フロー

- 1) 照明のスイッチゾーンが室形態に不整合の場合
室利用及び窓からの距離(昼光の届く範囲)と照明制御ゾーンが不整合だと十分な減灯ができない。



- 2) 照明のスイッチゾーンが室形態と整合している場合
窓からの距離や室の利用状況と照明制御ゾーンが整合していると減灯や消灯が照明ゾーン単位で行いやすい。



□ : 室利用ゾーン □ : 照明スイッチゾーン

図 9.4 照明ゾーンと室利用ゾーンの整合

タスク&アンビエント照明

1) 技術の概要

■技術の概要

照明を行う目的は、主に次の2点である。

(1) 対象物が正しく、十分に見える。

オフィス作業での書類及び人の顔、工場の工作物及び機械の操作部、店舗での商品など、視対象物(タスク)を照らすこと。

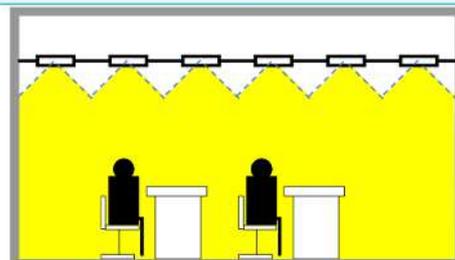
(2) 周囲の環境や状況が分かる

天井、壁、床など作業者の周辺(アンビエント)を照らすことで、安全性、快適性などに貢献する。

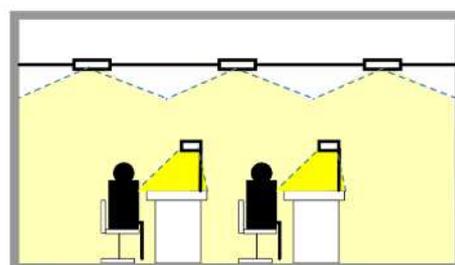
この目的を達成するため、従来の照明では、タスクとアンビエントとに照明機能を分けて考えず、天井に均一に配した照明器具によってタスクに必要な机上上面照度を確保し、それによって得られる光でアンビエントの照明を兼ねていた。これに対して、「タスク&アンビエント照明」とは、タスク及びアンビエント専用の特性を有する照明設備を組み合わせる照明方式をいう(図 10.1)。

当該方式は、個々のタスクに必要な照度を確保した上で、アンビエントの過剰な照度を低減するもので、照度に対する個人差への対応を行った上で、省エネルギーを実現する手法である。なお、タスク&アンビエント照明は、システムとして販売されているものではなく、例えば、明るさセンサーによる照度制御(アンビエント)とLEDスタンド等の机上照明(タスク)とを組み合わせるなど、設計の考え方及び運用により実現される照明方式である。

平成 23 年の東日本大震災以降の節電意識向上に伴い、多くのオフィスで照明器具の間引きなどが行われ、従来の 750lx を下回る照度でのオフィス運用が行われた。経済産業省の設定した節電期間後の執務者アンケート等によると、空調に関する不満は多くあげられたが、照明に対する不満は少なく、従来のアンビエント照度を見直す傾向が強まった。「東京都省エネ・エネルギーマネジメント推進方針」(平成 24 年 5 月)の、事務所向け「賢い節電」7か条では、執務室机上上面照度を 300~500lx 程度とすることが推奨された。



1) 従来照明方式(全般を均質に照明)



2) タスク&アンビエント照明(全般照明とタスクライトの併用)

図 10.1 従来照明方式とタスク&アンビエント照明方式のイメージ

2) 技術の効果

■省エネルギー・省 CO2 効果

タスク&アンビエント照明は、従来の全般照明に比べて、アンビエント照度を減灯するものであるため、設定照度に応じた照明電力の低減効果が見込める。表 10.1 にアンビエント照明(Hf)の机上上面設定照度を 750lx 又は 450lx とした場合における電力消費量の低減効果を示した。タスク照明にLED等を用いると、電力消費量は非常に小さく、相応のタスク照明利用率を想定しても、30%強程度の効果が見込まれる。

表 10.1 照明の電力消費量計算による効果の例
(室幅 16m×奥行8m=128㎡のオフィスを想定)
アンビエント Hf 照明 タスク LED 照明

アンビエント	設定照度	450	750	Lx
	電力原単位	8.8	14.1	W/㎡
	消費電力	1,126	1,805	W
タスク	電力原単位	9	9	W/台
	設置比率	18	0	%
	設置台数	3	0	台
	消費電力	27	0	W
合計	消費電力	1,153	1,805	W
省エネ効果		36.1%	0.0%	

※128㎡の事務室を想定し、Hf型蛍光灯により全般照明を行うと想定。天井の高さは2.6m、机上上面の高さは0.8mとし、点灯必要器具数を算出(室における配光は見込んでいない。)

3) 導入上の留意点

■設計段階

- ・ タスクさえ明るければアンビエントは暗くしてもよいと考えられる場合もあるが、実際には、視野内の明暗が極端に大きすぎる場合、目は疲労しやすくなる。文献等では、400lx 程度までの低減に対しては、暗さを感じる在室者の比率が低いとされているが、運用開始後に執務者の意見を聞きながら、個人差にも配慮して調整することが望ましい。また、来客窓口の有無など、室の利用用途にも考慮する必要がある。
- ・ 実施に際して、労働安全衛生規則(昭和 47 年労働省令第 32 号)に配慮する(労働安全衛生規則 604 条(照度):精密な作業 300lx 以上、普通の作業 150lx 以上、粗な作業 70lx 以上)。
- ・ 通常は、タスクライトを紙面の前方に取り付けることで、照度分布が均一になりやすくなる。一方で、カタログ等のように正反射特性が高い紙面の場合は、反射グレアが生じやすく、これを防止するためには、可動型のタスクライトを用いて、灯部を紙面の側方に動かす必要がある。したがって、タスクライトは、可動アームなどによって灯具の取付位置を自在に変えられる仕様とすることが望ましい。
- ・ 作業する場所の増加及びレイアウトの変更に対応できる適切な配線設備を設けることに配慮する。

■施工・引渡し段階

- ・ アンビエント照明については、N.09 調光調整制御システムと同じく、引渡し段階で高照度のまま供用が開始されてしまうと、後から照度を下げる(照明を暗めにする)ことは難しいため、事前に施設管理者と初期の設定照度(省エネルギーとなる運用)について十分に調整する。
- ・ 300lx 又は 400lx の机上面照度では、個人差又は年齢差による不満が高まる可能性もあるため、これについては、タスク照明の運用方法、器具配布の準備等と併せて作業を進めるなどの工夫が必要となる。

4) 効果算定の事例

■概算(計画時)

アンビエント照明の机上面設定照度を 400lx として、省エネルギー計算を行う事例を示す。

省エネルギー効果算定に用いる原単位は、表 10.1 のアンビエントの電力原単位を用い、対象となる面積に対して 750lx の場合との差分を算出する。例えば、3000 m²の庁舎(執務室面積が 60%であると仮定し、対象面積は、2,400 m²)において、効果量は、次のとおりとなる。

アンビエント照明省電力量

750lx 設定の場合:照明電力消費量 = 14.1[W/m²] × 2400 m² × 3000[h] = 101.5[MWh/年]

400lx 設定の場合:照明電力消費量 = 8.1[W/m²] × 2400 m² × 3000[h] = 58.3[MWh/年]

タスク照明増電力量(人員密度:0.15 人/m²、在室率:75%、タスク照明利用率:50%、タスク照明出力:9W と想定)

2400 m² × 0.15[人/m²] × 75% × 50% × 9[W] × 3000[h] = 3.6 [MWh/年]

年間効果量[MWh/年] = 101.5 - (58.3 + 3.6) = 39.6 [MWh/年]

■詳細(設計時)

設計段階では、照明器具配置等により照明電力の原単位が異なることが想定されるため、実際の設計状況に応じて数値を変更する。また、これと同様に、対象室面積についても具体的な計画内容に変更し、効果量を算出する。

待機電力削減の措置

1) 技術の概要

■技術の概要

待機電力は、別名「無人時電力」などとも呼ばれ、一般的な事務所ビルでは年間のエネルギー消費量の8%弱程度を占めるともいわれられており、その対策が求められている。待機電力削減の措置は、庁舎等の執務用途室(OA 利用室)等を対象として、待機電力による電力使用量の無駄遣いを抑制するための措置である。この対策としては、コンセントにスイッチを付けて、こまめな On/Off を行いやすくするものから、電気配線の系統単位で夜間の On/Off を管理し、非重要系統は、自動的に Off としてしまうシステム等も考えられる(図 11.1)。

平成 23 年の東日本大震災以降の節電意識向上に伴い、多くのオフィスビルにおいても、待機電力削減の努力がなされた。そのほとんどは、ピーク時間帯の節電であり、どこでどれだけ電力を消費しているかを計測する必要が生じたため、コンセント単位での電力使用量計測を簡易に行うことができるシステムも現れた。結果として、待機電力等の大きさへの認知が高まるきっかけともなり、これらの無駄を省くための努力が省エネルギー対策として定着しつつある。

電気式貯湯槽、給茶器など、停止時にも一定の状態を確保しておく必要がある機器については、待機電力が大きくなる傾向にあり、一定期間使用しない運用ができる場合、削減効果が大きくなる(復帰時の水替え及び手入れの必要性等については、メーカーの取扱説明書等で確認する。)

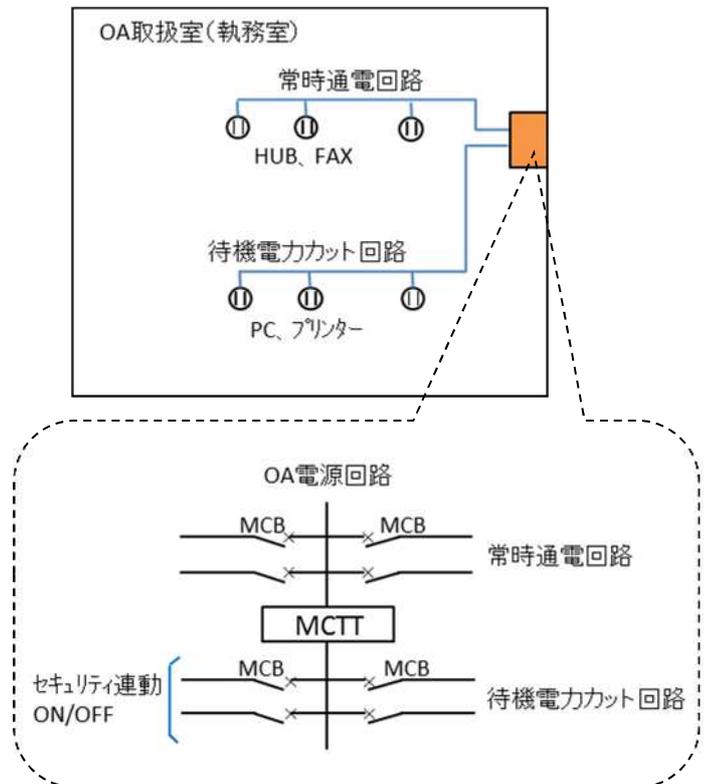


図 11.1 待機電力削減の措置(系統単位)構成例

2) 技術の効果

■省エネルギー・省CO2効果

近年のビルでは、待機電力だけでなく、セキュリティ及び消防設備への通電並びに通信システムやデータサーバー等の影響により、人が居ない夜間においても一定程度の電力が必要となる。

待機電力削減の措置は、PC、プリンター等の電源の消し忘れも防止するものであり、状況にもよるが、一定の省エネルギーを図ることができる。表 11.1 の条件の下では、スリープ待機電力をカットするなどして年間 2,000kWh 程度の削減量となる。

また、効果量については、「地球温暖化対策に寄与するための官庁施設の利用の手引き」(平成 17 年 3 月 国土交通省大臣官庁官房官庁営繕部計画課保全指導室)も参考とする。

表 11.1 待機電力削減の効果量

待機電力制御の効果量(試算)	
庁舎規模:	3000 m ² (執務室割合 60%→執務室面積 2400 m ²)
人員密度:	0.15 人/m ² (2400 m ² ×0.15 人/m ² =360 人)
夜間・休日時間:	8760h-240 日×12h/日=5880h
■Windows7 デスクトップ PC 消費電力: アイドリング時 52W、スリープ待機電力時 1.00W 省電力効果 360×52×5880h=110,074kWh/年 省電力効果 360×1×5880h=2,117kWh/年	
■Windows7 ノート PC 消費電力: アイドリング時 16W、スリープ待機電力時 0.56W 省電力効果 360×16×5880h=33,869kWh/年 省電力効果 360×0.56×5880h=1,185kWh/年	

3) 導入上の留意点

■設計段階

- ・ 待機電力制御をどのようなシステムで行うか(待機電力カットが可能な電気配線の系統分け、コンセントスイッチの導入等)を検討する。
- ・ 電気系統分けにより待機電力削減の措置を行う場合、あらかじめ盤内で照明系統とコンセント系統(コンセント系統は 24h 系統及び待機電力カット系統)等とに分ける必要がある点に注意する(系統分けは、別途データ収集の際に系統毎の消費電力を得やすくすることにも寄与する。)
- ・ 電気系統分けにより待機電力削減の措置を行う場合は、執務室空間内に夜間停止系統及び 24 時間系統のコンセントが両方配置されることとなるため、事前に執務室の利用状況をプランニングに反映させるためのヒアリングを要する。
- ・ 自動(タイマー等)で電気系統の待機電力をカットする場合は、緊急時等には手動に切り替えられる仕組みを検討する。
- ・ 電気系統分けにより待機電力削減の措置を行う場合、電気の配線設計上の無駄が生じないよう、分電盤の配置計画及び電気の配線計画を立てる。
- ・ 最終退出時を把握する手段として、セキュリティとの連動についても検討する。

■施工・引渡し段階

- ・ 電気系統分けにより待機電力削減の措置を行う場合には、利用者に制御の内容を伝えるとともに、間違いのない運用が行われるよう、取扱方法等の伝達を的確に行う。
- ・ 電気系統分けにより待機電力削減の措置を行う場合には、利用者にとって夜間停止系統及び 24 時間系統のコンセントが明確に視認できるよう、マーク又は表示を行う。

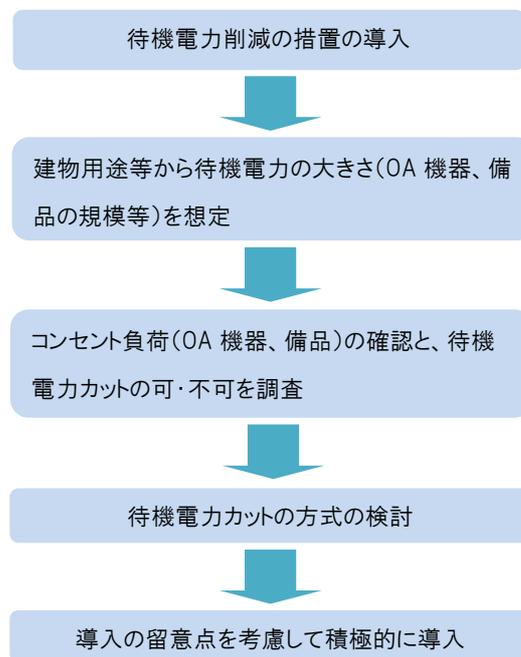


図 11.2 待機電力削減の措置導入検討フロー

4) 導入事例



写真 11.1 待機電力カット系統コンセントの色分け(設置事例)



写真 11.2 待機電力カット系統制御スイッチ

金 政秀（首都大学東京、現 武蔵野大学）

「待機電力」

2010 年施行の改正省エネ法では業務部門においてエネルギー使用効率の毎年 1%以上改善の努力義務、同年に、東京都環境確保条例では、一定規模以上の事業所は第一計画期間 2010～14 年度の 5 年で 8%（オフィスビル等）の CO2 削減が義務化された。

業務部門のオフィスビルにおいて、エネルギー（電気・ガスなど）は、主に①設備機器（熱源機器、給湯、昇降機など）、②照明、それと③コンセント部から給電される OA 機器類（パソコン、複合機など）で消費される（図 1 参照）。また、設備機器を含めた電気機器類はその消費電力量の観点から、通常の「利用」以外に、機器立ち上がり時の「起動」、非使用状態の「待機」に大別される（図 2 参照）。2011 年夏季の節電対策では、「利用」時の対応も多く、執務環境や利便性の質に大きな影響を与えたと考えられる（表 1 参照）。

民生分野の中でも、住宅部門では年間消費電力量の約 6%が待機電力²⁾であることが報告されている。2010 年度の調査結果より、研究室内の待機電力をカットすることでコンセント系の消費電力量を 12%削減出来る¹⁾。

2013 年度には、中小規模オフィスビルの待機電力量が約 13%である調査結果がある。このように業務部門では、住宅部門よりも大きい大凡 10%前後は一般的に存在すると考えられる。この待機電力の低減は、執務環境・利便性の質を下げずに節電することが出来る。東京省エネ仕様に掲載した。

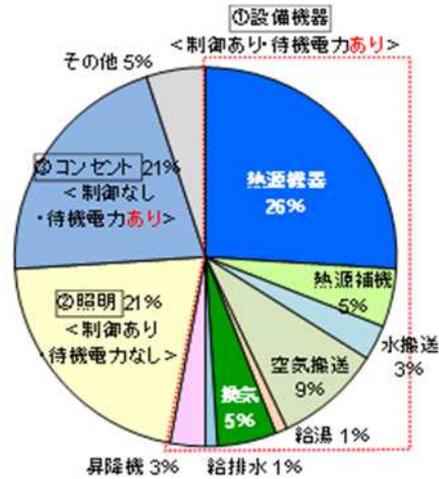


図 1 オフィスビルの用途別エネルギー消費量

※（財）省エネルギーセンター報告書より加筆

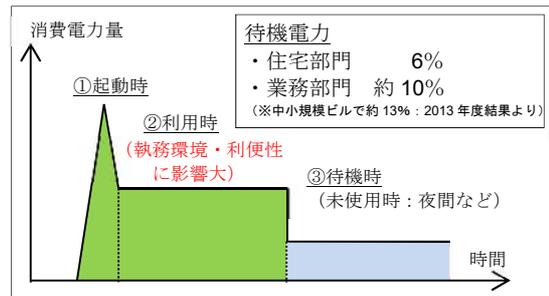


図 2 機器における消費電力量の変化の概念図

表 1 各項目の比較表

	利用時	待機時(夜間)
対象事例	- 照度設定見直し - エアコン設定温度の緩和 - EVの稼働台数減 など	- エアコン - コンセント (複合機・プリンター)
快適・生産性	△ 影響あり	◎ まったく損なわれない
継続性	○ 仕組みとして定着が必要	○ 自主運用のため、可視化が重要
調整範囲	△ 関係者は多い	◎ 主に無人夜間であるため少ない
技術レベル	△ 中～高度が必要	◎ 単純
節電効果	◎ 高い	○ 潜在する待機電力分のみ
優先順位	△～◎ 元々の無駄部分から実行する必要あり	◎ 最優先

△、○、◎ : 3 段階評価

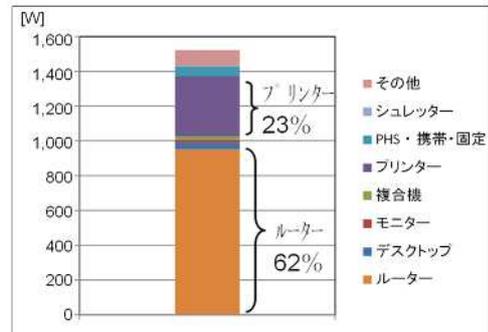


図 3 夜間の定格消費電力量の一例

1)金政秀ら「次世代電源供給システムの開発に関する研究(その 1) 大学の研究室における待機電力の測定 (2011 年)、(その 2) オフィスビルの調査および給電制御システムの開発 (2012 年)、日本建築学会大会学術講演梗概集

2)平成 20 年度待機電力調査報告書(財団法人省エネルギーセンター)「機器が非使用状態、指示待ち時に定期的に消費している電力」より定義した。

高効率パッケージエアコン

1) 技術の概要

■技術の概要

パッケージ形空調機の中でも、ビル用マルチパッケージエアコンは、あらゆる建物用途への採用が行われている典型的な空調設備システムの一つである。民間施設では延べ面積10,000 m²程度でも一般的に採用されており、10万m²規模で採用される事例もある。

高効率のパッケージ形空調機の性能としては、トップランナー基準(エアコンディショナーのエネルギー消費性能の向上に関する製造事業者の判断の基準等)を踏まえ、東京都環境物品等調達方針にて、室内機の種類、冷房能力等に応じて、基準エネルギー消費効率にて規定されている(表 12.1、表 12.2)。

また、メーカーによってはこれらの性能を上回る機種(高付加価値品)も製造されており、「省エネ・再エネ東京仕様」では、APF(JIS B 8616:2015)又は APFp(JIS B 8627:2015)が各メーカーにおいて最高値の機種を「ハイグレード高効率パッケージエアコン」と位置付けている。

2) 導入上の留意点

ビル用マルチエアコンは通常、二次側容量(室内機容量)の合計以上の室外機容量を選定するため、室外機容量に対し、部分負荷運転となる時間がほとんどとなる。

参考として、図 12.1 に国土交通省より公開されている LCEM ツール(ver.3.10)における、ビル用マルチエアコンの部分負荷率の特性を示す。本機種では、部分負荷率 0.5~0.6 程度の範囲で最も高効率となっている。一方で部分負荷率 0.3 を下回ると急激に効率が低下する様子が示されており、年間において最も発生状況が高い部分負荷率と機種の特性とが整合しない場合、定格効率が優れていても、実績の効率が低下する要因となる。

このため、機器選定時には年間におけるエネルギーシミュレーションを行うなど、部分負荷運転による影響を考慮することが望ましい。

表 12.1 パッケージ形空調機の判断基準

【判断の基準】(抜粋)	
環境配慮仕様	
業務の用に供するパッケージ形空調機については、エネルギー消費効率が表 12.2 に示された区分ごとの基準エネルギー消費効率又は算定式を用いて算定した基準エネルギー消費効率を下回らないこと。	
家庭用パッケージ形空調機及び業務用に供するパッケージ形空調機(冷房能力が22.4kW 以上のものを除く。)については、冷媒に使用される物質の地球温暖化係数は750 以下であること。それ以外については冷媒に可能な限り地球温暖化係数の小さい物質が使用されていること。	
特定の化学物質が含有率基準値を超えないこと。また、当該化学物質の含有情報がウェブサイトで容易に確認できること。	

(出典:令和5年度東京都環境物品等調達方針(公共工事))

表 12.2 業務の用に供するパッケージ形空調機に係る基準エネルギー消費効率

形態及び機能	区分		基準エネルギー消費効率又は算定式
	室内機の種類	冷房能力	
複数組合せ形のもの及び下記以外のもの (室内機の運転を個別制御しないもの)	四方向カセット形	3.6kW 未満	E=6.0
		3.6kW 以上10.0kW 未満	E=6.0-0.083×(A-3.6)
		10.0kW 以上20.0kW 未満	E=6.0-0.12×(A-10)
		20.0kW 以上28.0kW 以下	E=5.1-0.060×(A-20)
	四方向カセット形以外	3.6kW 未満	E=5.1
		3.6kW 以上10.0kW 未満	E=5.1-0.083×(A-3.6)
		10.0kW 以上20.0kW 未満	E=5.1-0.10×(A-10)
		20.0kW 以上28.0kW 以下	E=4.3-0.050×(A-20)
マルチタイプのもので室内機の運転を個別制御するもの (主にビル用マルチエアコン)	10.0kW 未満	E=5.7	
	10.0kW 以上20.0kW 未満	E=5.7-0.11×(A-10)	
	20.0kW 以上40.0kW 未満	E=5.7-0.065×(A-20)	
	40.0kW 以上50.4kW 以下	E=4.8-0.040×(A-40)	
室内機が床置きでダクト接続形のもの及びこれに類するもの (設備用エアコンで工場など大空間に使用されるもの)	直吹き形	20.0kW 未満	E=4.9
		20.0kW 以上28.0kW 以下	E=4.9
	ダクト形	20.0kW 未満	E=4.7
		20.0kW 以上28.0kW 以下	E=4.7

(備考)

- 1 「ダクト接続形のもの」とは、吹き出し口にダクトを接続するものをいう。
- 2 E 及び A は次の数値を表すものとする。
E: 基準エネルギー消費効率(単位: 年間エネルギー消費効率)
A: 冷房能力(単位: kW)
- 3 エネルギー消費効率の算定法については、エネルギーの使用の合理化等に関する法律に基づく経済産業省告示第213号(平成21年6月22日)の「3エネルギー消費効率の測定方法(3)」による。

(出典:令和5年度東京都環境物品等調達方針(公共工事))

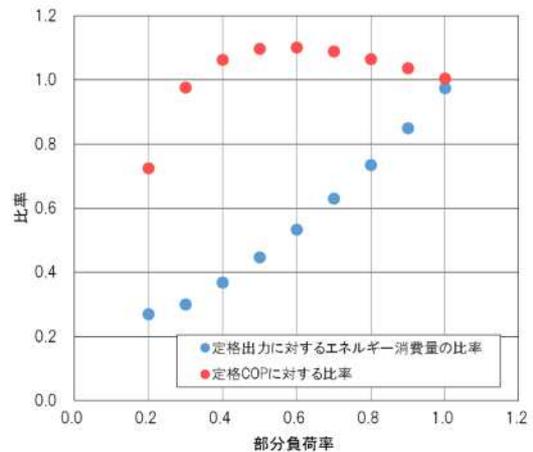


図 12.1 ビル用マルチエアコンによる部分負荷特性の例
(データ出典:LCEM ツール ver.3.10 EHP-XX1-310H-839(50Hz))

機器発熱と空調機器の容量選定

空調設備の設計を行う際、まず、どれだけ冷房や暖房をする能力があればよいのか見積もる必要があり、これを最大熱負荷計算と呼んでいる。住宅であれば冷房能力 2.8kW のエアコンが 8 畳用として売られているが (210W/m²)、本来、気象条件、建物熱性能、使われ方を考慮しながら個々のゾーンごとに計算すべきものである。熱負荷を構成する要素のうち、外壁や窓の外皮負荷はかなり正確に見積ることができるが、機器発熱負荷の見積りはかなり難しい。というのも電気設備としての容量は施主との協議で決まるが、機器が目一杯接続されていることはまれであるし、すべての機器が同時に使用されるわけでもないからである。また、個々の機器が常に最大消費電力で稼働するわけでもない。

事務所ビルの電気設備容量は図 1 のように 2000 年頃まで右肩上がりに伸びている¹⁾。設計照度が 1960 年頃 250lx であったのが 1980 年代に 750lx まで高くなったことにより照明消費電力は増大したが Hf 蛍光灯の登場により 1990 年代前半にピークを迎えている。現在、照明発熱負荷は建築設備設計基準では 19W/m²、省エネ基準の標準室使用条件では 12W/m² となっており、東日本大震災以降の設計照度の見直しや LED 照明の高効率化などにより今後は 5W/m² 以下まで落ちるとみられている。コンセント容量は 1990 年代後半にパソコンの急激な普及により著しく大きくなり現在 40VA/m² 程度のところが多い (100VA/m² 超のところもありばらつきがかなりある)。実際の消費電力は 1 人 1 台となった 2000 年頃がピークであり以降は CRT から LCD、デスクトップからノートへの置き換えが進み減少してきている。コンセント容量のどれくらいを熱負荷として見込んでいるか、以前、空調設備設計者にアンケートをとったことがある²⁾。多くは建築設備設計基準に示されている 60% としていたものの、中には 100% 以上を見込む人もいた。いくつかの事務所ビルの実態を調査した結果、平均 30% 程度となり、これを踏まえ省エネ基準における標準室使用条件の機器発熱は 12W/m² となった³⁾。図 2 に示した都庁舎の調査結果では更に小さく、特に震災後は照明・コンセントとも 6W/m² 程度となっている⁴⁾。

エアコンの省エネ性能が定格 COP ではなく APF (通年エネルギー消費効率) で評価されるようになり、部分負荷が 50% 程度の時に最大効率になるように設計されるようになった。しかし、実は 50% 以下だと効率が著しく低下してしまうエアコンが多い。空調設備設計者にとって空調の能力不足は最も避けたいリスクなので過大設計になりがちであるが、容量が過大だと低負荷運転時間が増大し省エネ上不利となる。適切に使われ方を想定し適正な容量を選定することが重要だが、使われ方の多様性を考慮すると存外難しく、まだまだ課題は多い。

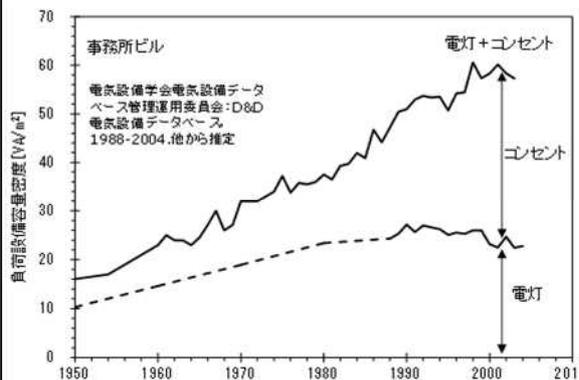


図 1 事務所ビルの電気設備容量の変遷¹⁾

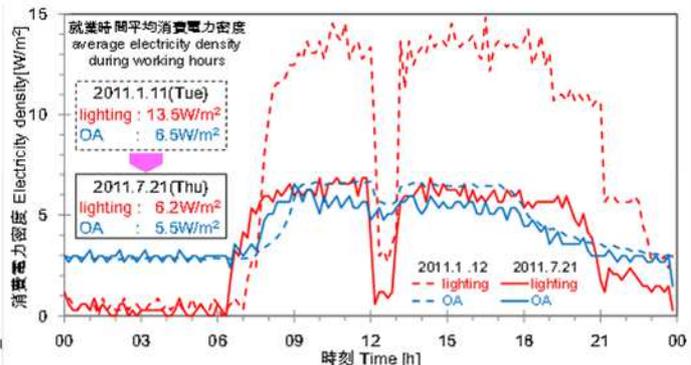


図 2 都庁舎の照明・コンセント消費電力⁴⁾

参考文献

- 1) 永田明寛：建物の使われ方と熱負荷，日本建築学会第 42 回熱シンポジウム，pp.123-128，2012。
- 2) オフィスビルの内部発熱と熱負荷シミュレーション，空気調和・衛生工学会 R-1009-2008，2009。
- 3) 業務系建築物の省エネルギー基準に関する検討報告書 (国土交通省平成 22 年度建築基準整備促進事業)，2011。
- 4) 浅井晋・永田明寛・山本康友：大規模庁舎における内部発熱のばらつきに関する研究，日本建築学会大会学術講演梗概集，D-2，pp.337-338，2012。

(出典：「省エネ・再エネ東京仕様」(資料編)、2014)

福留伸高（首都大学東京、現 東京工芸大学）

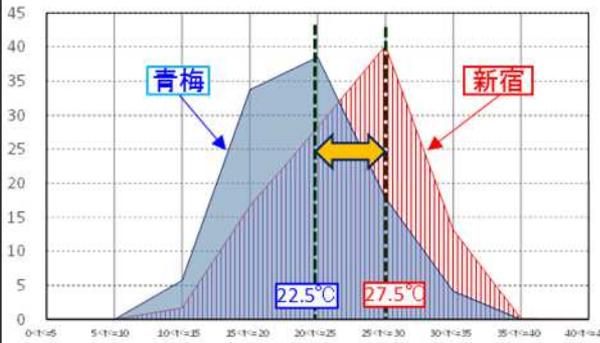
東京都内の気候特性に着目して・・・

建築物の環境・設備性能を考慮する場合、空調機器の容量想定とあわせ外気冷房・自然換気などのパッシブ技術を導入する場合には、建設地の気候特性(気温変動、風向風速、降雨など)を把握して適切な技術を選定する必要がある。仮に建設予定地域における気候特性の検討が十分でない場合、建築物の運用開始後に省エネ・環境技術の導入効果が十分期待できない可能性がある。

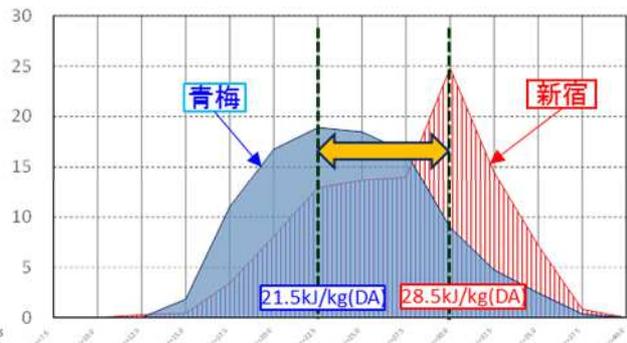
現在、都内の地域気候区分に関する気象データを整備するため右図に示すような簡易気象観測システムの設置を進め、継続的な観測と考察を実施してきた。ここでは地域気候特性を認識するため、夏季における都心部(新宿)と内陸部(青梅)の違いについて簡潔に紹介する。



1) 福留、山本：気象データを活用した公共建築物における省エネ・環境技術導入の最適化に関する研究（第2報）
東京都内における各気象要素の多地点比較、平成25年度空調調和・衛生工学会学術講演論文集、第10巻 p.265-268, 2013.9



気温の度数分布（夏季）[%]

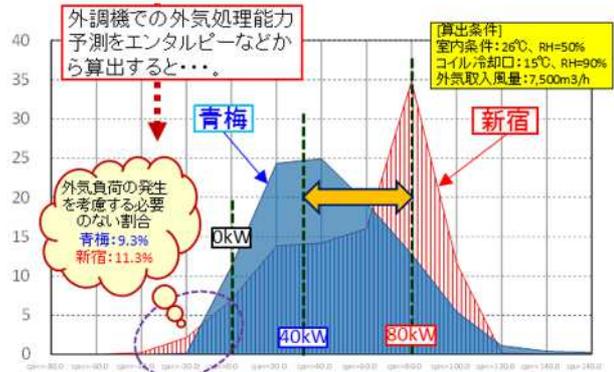
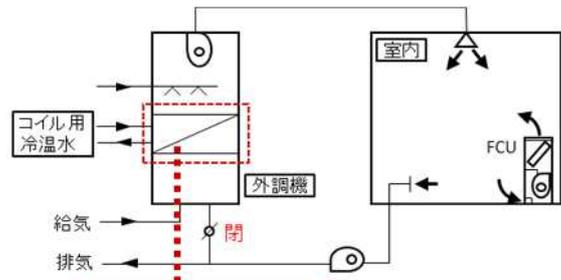
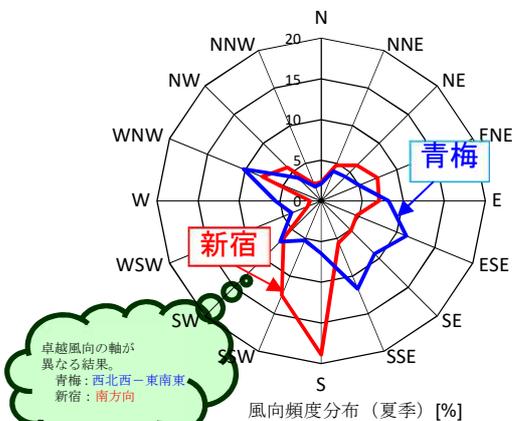


外気エンタルピーの度数分布（夏季）[%]

都心部(新宿)と内陸部(青梅)での夏季観測データから以下の点が示される。

- 都心における気温分布と外気エンタルピー分布の上昇を確認。
- 仮想処理熱量（夏季冷房想定時）
⇒都心における最多出現頻度となる想定熱量は、内陸部に比べ約2倍。
- 卓越風向の軸は約45°-60°のずれがある。

上記より、空調機器の設備容量や自然換気計画等の想定をする場合、地域気候特性の違いを検討する可能性を排除してはいけない!!



外調機の仮想処理熱量（夏季冷房時）の度数分布[%]

佐々木翔（首都大学東京、現 大林ベトナム）

都立高校のエネルギー消費削減について

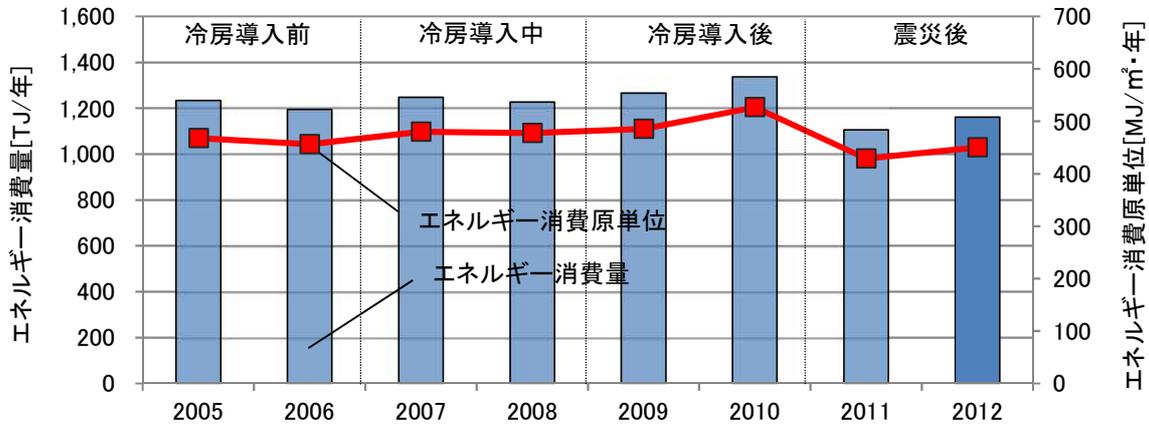


図1 都立高校全体のエネルギー消費傾向

■都立高校のエネルギー消費量

図1に2005～2012年度の都立高校181校におけるエネルギー消費量の総量とエネルギー消費原単位を示す。2005, 06年が空調機器導入前、2007, 08年が導入中、2009年以降が導入後のデータである。2011年度は東日本大震災を契機とした節電行動の実施によりエネルギー消費量は減少したが、翌年の2012年度は2011年度に比べ増加している。この間にエネルギー消費量が増加した学校は142校、減少した学校は39校であった。減少した学校の中には2010年度比で、運用改善だけで約30%削減している学校も存在することがわかった。

■竣工年別エネルギー消費傾向

都立高校の環境性能は年代別に以下の3種類に分類できる¹⁾。

- I) 1980年以前に建設された学校で躯体は無断熱・庇が1000mm
- II) 1981～1993年に建設された学校で外壁、床、屋根に断熱・無庇
- III) 1994年以降に建設された学校で外壁、床、屋根に断熱・無庇

このように都立高校の建築環境性能は年代で異なっている。図2に竣工年別の都立高校のエネルギー消費原単位を示す。1960年代竣工のエネルギー消費量は空調設備導入がされ始めた2007年度から高い傾向にあった。1960年代竣工は上記のIタイプで、最も校舎の建築環境性能が低いため、他の年代に比べ空調設備導入後のエネルギー消費原単位が高くなったと考えられる。エネルギー消費原単位が低かったのは1980年代、2000年代竣工の学校であった。2000年代は最も新しい校舎のため建築環境性能が高く、1980年代は1980年に省エネ法が施工されたため性能が高くなったと考えられる。

このような実態を踏まえた上で、学校建築において運用改善と建築環境性能向上を組み合わせることで効果的にエネルギー消費量を削減できると考えられる。



図2 竣工年別エネルギー消費傾向

【参考文献】 1) 熊谷：「都立高校におけるエネルギー消費の実態と削減方法に関する研究 -主に熱環境性能に着目して-」首都大学東京建築学域、平成 24 年 修士論文梗概

全熱交換器

1) 技術の概要

■技術の概要

全熱交換器は、換気装置の一種であり、取り入れる外気と排気する空気との間で熱交換を行うことで、夏期及び冬期の外気負荷を低減する*装置である。全熱交換器は、環境対策技術の中でも最も普及している技術の一つであり、都有施設整備においても平成12年以前から標準的に採用・導入している。

シックハウス、シックスクール等の室内空気質汚染が社会的問題となったことで建築基準法(昭和25年法律201号)が改正され(平成15年。)、居室に対して24時間換気設備の設置が義務付けられた。全熱交換器もこれに対応して24時間運転となるが、不在時に消費電力の少ない弱運転に切り替えることで、電力消費を抑えることが可能である。このようにして、換気設備の設置及び運用により、空気質による問題はおおむね解決(図13.1)されることとなった。

近年では、熱交換を行わずに直接外気を取り入れることが望ましい(熱交換を行うと熱的に不利となるため。)中間期において、室内外の空気条件から、自動的にバイパス運転モード(図13.2)に変更し、熱交換を行わないようにするものが登場し、損失を防止できるようになった。

また、換気エネルギー消費量を従来よりも低減する機能として、CO2センサーによる換気量抑制機能及び24時間運転時の換気量を微風量化する機能をもつ機種が現れてきており、年間を通じて省エネルギーを実現できる。

* 空調機の選定時の熱負荷計算において、全熱交換器導入の際には、外気負荷低減を見込むことが重要となる。

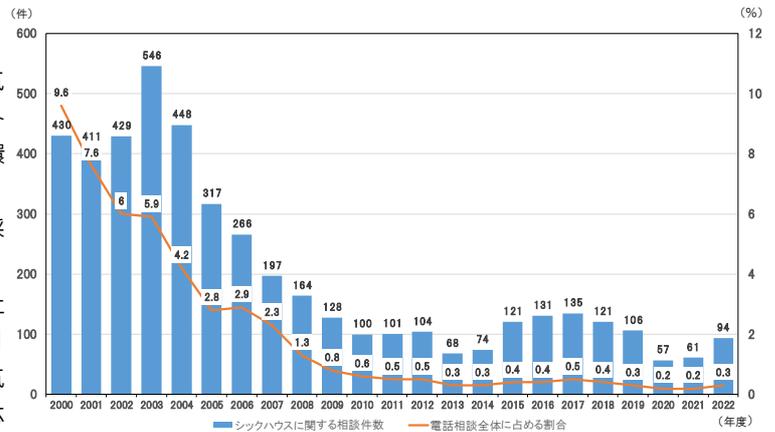


図13.1 シックハウスによる相談数の推移 (出典:「相談統計年報2023」(公財)住宅リフォーム・紛争処理支援センター)

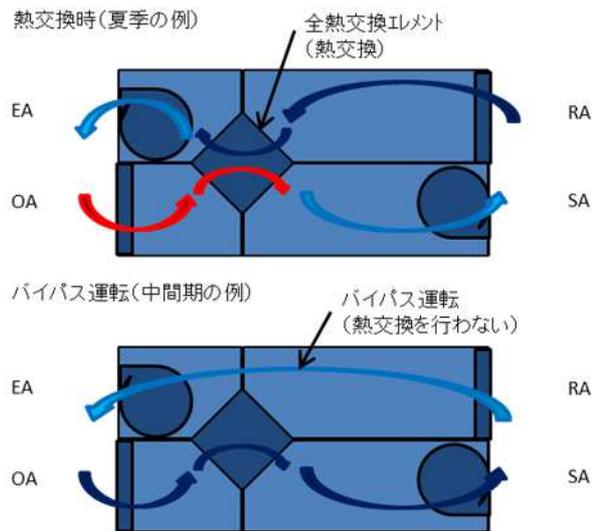


図13.2 全熱交換器ユニットの構造

2) 省エネルギー効果

庁舎及び学校は、年間を通して、無人となる時間帯が比較的多い。

例えば、年間の執務日数を240日/年、執務者滞在時間を14時間(8時~22時)とすると、無人の時間は5400時間となる。これは365日である8760時間のうちの62%に当たり、当該時間帯の風量を最適化(24時間換気風量対応)することによる省エネ効果は大きく、表13.1の試算では、換気エネルギー消費量は30%程度となる。

また、在席率が60%以上の時間帯を5時間と想定した場合、在室密度が低い時間帯の風量をCO2センサーにより低減できるとすると、9時間×240日/年=2160時間(年間の25%)において、節電効果が期待できる。さらに、夏期及び冬期においては、換気量低減による外気負荷の低減効果も期待することができる。

表13.1 全熱交換器運転制御による省エネルギー効果

機器仕様	運転モード			消費電力 (kWh/年)	
	強	弱	微風		
風量 (CMH)	500	330	170	-	
消費電力 (W)	186	126	62	-	
運転時間 (h)	従来方式	1,200	7,560	0	1,176
	24時間換気風量対応方式	1,200	2,160	5,400	830
省エネ率				29%	

センサー機能付パッケージエアコン

1) 技術の概要

■技術の概要

センサー機能付きのパッケージエアコンとして、ここではビル用マルチエアコンの室内機で、室内の利用状況に応じた制御及び運転が可能な機能を有するものを対象とする。当該機能を実現する具体的な内容としては、主に次の①から③まであり、従来よりもきめ細やかな制御が可能となり、無駄を減らすことで省エネルギーにつながる。近年では、ビル用マルチエアコン主要メーカーにおいて、商品化が進んでいる。

- ① 風向を独立することが可能なフラップ
4方向ごとに吹き出す風量を設定する。
- ② 人を検知するセンサー
人の在不在を判断し、出力を抑制する。
- ③ 床の温度を検知するセンサー
室内機の吸込温度若しくは床の温度のいずれか又は平均値等を設定温度に対する制御温度とする。
これは、省エネルギーの機能というよりは、室の執務領域を適切に冷暖房する上で必要なものである。

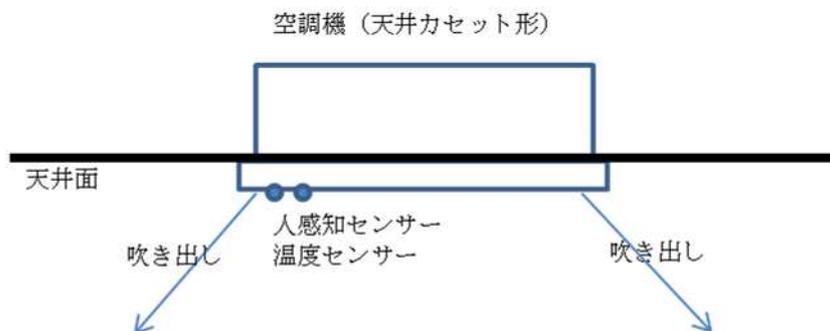


図 14.1 センサー機能付パッケージエアコンのイメージ

■近年の技術動向

東日本大震災以降、室内の適切な温熱環境を確保しつつ、エネルギーの効率的な利用を図るための工夫を求める社会的な動向がある。ビル用マルチエアコンのカセット形室内機は、大風量であるため、きめ細やかに室内温熱環境を制御することは難しい。センサー機能付パッケージエアコンは、従来のカセット形室内機に対して、よりきめ細やかな室内環境及び室内条件への対応を意図して開発されたものであり、注目されている。

2) 導入上の留意点

- ・ センサー機能付パッケージエアコンは、室内の在室状況に応じた制御を行うものであるため、室用途に応じて導入を検討する。

高効率ファン

1) 技術の概要

■技術の概要

高効率ファンの要素には、電動モータの高効率化とファンの高効率化とが挙げられる。

モータの種類には、AC、DC 及び EC があり、ファンの種類には、プロペラ、ターボ、シロッコ、斜流、横流、プロアなどがある。最近用いられるようになった EC モータは、ブラシレス DC モータ(BLDC)とも呼ばれ、ロータ内に巻線がある従来のブラシモータと異なり、ロータ部分に永久磁石、ステータに巻線がある点が大きく異なる。この原理を用いることで低損失かつ低発熱となり高効率を実現している。

一方で、ファンについては、省電力化及び低騒音化が進んでおり、流体解析技術の進展に伴い、回転時における圧力損失を低減しつつ騒音を低く抑える羽根の形状に関する研究開発が進んでいる。

これらの技術を組み合わせることに加えて、インバータ等の制御の適正化を行うなど、ほかの要素技術とを組み合わせることによる相乗効果で、搬送に必要なエネルギー消費量を抑制することが可能になる。

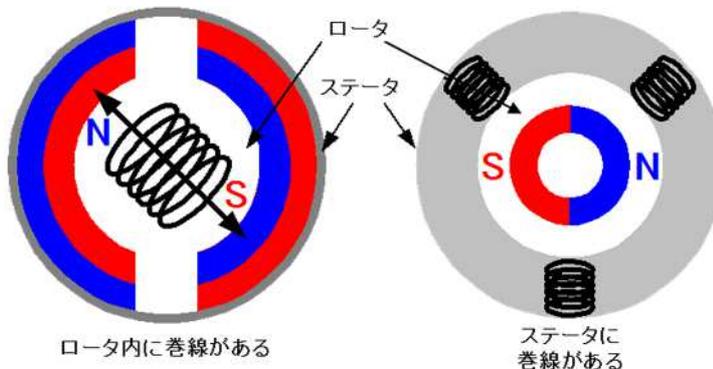


図 15.1 従来モータ(左)とECモータ(右)の原理のイメージ

表 15.1 DC モーター方式天井換気扇の仕様一覧

埋込寸法 (mm)	□177~240	□225~260	□270~320	□280	□315~316	
接続ダクト径 (mm)	φ 100	φ 100	φ 150	φ 150	φ 150	
調速	2~3速	3速	3速	3速	3速	
風量 (m ³ /h)	急速	100~150	280	390~550	430	550
	強	75~100	160	200	300	340
	弱	45~50	85	100	180	230
有効換気量 (m ³ /h) (20m直管相当)	急速	100~150	200~205	325~430	355~370	440~460
	強	75~100	160	200	300	340
	弱	39~50	85	100	180	230
消費電力 (W)	急速	3.9~5.8	21~25.5	17.5~35	22.5~35	40.5~49.5
	強	2~2.4	5.7~6.5	4.5~4.8	8.8~13	10.5~12.5
	弱	0.9~1	2.2~2.6	3	3.2~4.5	4.5~5.3
騒音 (dB)	急速	29.5~31.5	42~46.5	41~45	43~47.5	49~50.5
	強	23~28	29~33	22~25	34~38.5	37.5~39
	弱	16~18.5	17.5~22.5	16~18	24~27	29.5

※24 時間換気、局所換気対応のもの。

※多室対応の機種を除く。

2) 技術の効果

ファンの高効率化技術は、熱源機器及び空調機に適用されており、熱源及び空気搬送系を併せたエネルギー消費割合は、全体の約 40%を占めている(図 15.2)。熱源機器では、製品開発において高効率ファンを組み込むことで COP 向上を実現しているが、空調機等の空気搬送系においては、改善の余地がある。

省エネルギー効果は、従来方式及び高効率ファンの必要な風量に対する定格消費電力を比較して差分を求め、年間の稼働時間を乗じることで算定が可能となる。建物用途に応じて、稼働時間が異なるため、効果を見極めた上で導入する。

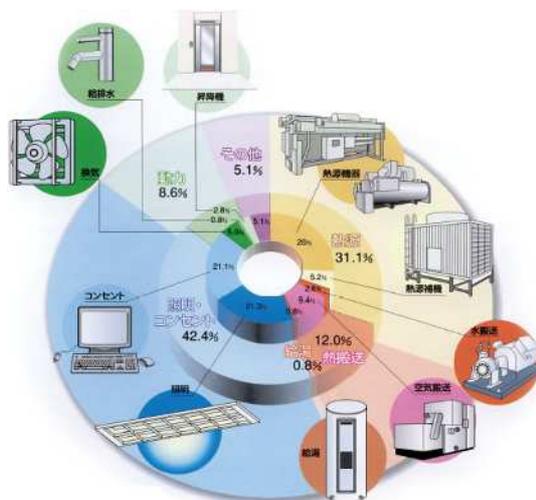


図15.2 空気搬送系のエネルギー消費割合(オフィスビルの事例)
(出典:「オフィスビルの省エネルギー」(一財)省エネルギーセンター)

水・氷蓄熱空調システム

1) 技術の概要

■技術の概要

蓄熱システムは、熱源機と空調機との間に蓄熱媒体(水、氷、躯体、土中、化学物質等)を設けて熱を蓄えることにより、熱の生産と消費とを時間的にずらすことが可能なシステムである。夜間に熱源機を運転し、空調に必要な冷温熱を蓄熱槽にためておき、昼間にその熱を取り出して空調に利用することで、熱源機の効率的な運転、電力負荷平準化等の効果が期待できる。熱を蓄える方式は、図 16.1 に示すように、顕熱で蓄える方式と潜熱で蓄える方式とに大別される。また、熱は様々な熱媒体により蓄えることができ、住宅等の小規模用途から事務所、病院等の大規模用途まで、幅広く適用できる。

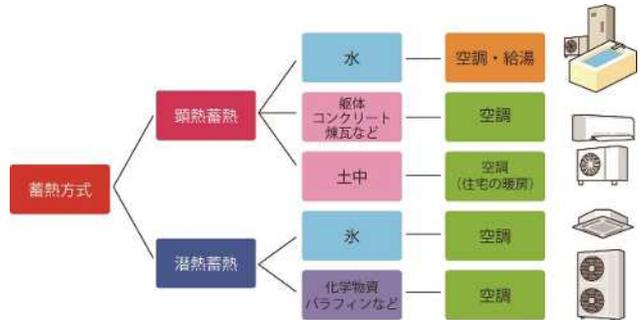


図 16.1 蓄熱方式について
(出典：(一財)ヒートポンプ蓄熱センター ウェブサイト)

■蓄熱システムの動向

蓄熱システムの設置件数は、図 16.2 に示すように、当初中央方式の水蓄熱及び氷蓄熱の設置件数が伸びていたが、平成 8 年に個別分散方式の熱源機が開発されて以降、大幅に件数を伸ばしている。最近では、ヒートポンプ技術の進展により、冷熱製造時に出る排熱を回収することで冷温熱を同時に活用する事例、河川水、下水処理水等の未利用エネルギーを活用して効率よく蓄熱する事例などが増えてきている。また、非常災害時に蓄熱槽内の水を生活用水(目安:30ℓ/人・日)及び消火用水に活用する“コミュニティータンク”としての採用事例もある。



図 16.2 蓄熱システムの設置累積件数の推移
(出典：(一財)ヒートポンプ蓄熱センター ウェブサイト)

2) 技術の効果

■省エネルギー・省CO2効果

従来の空調システムでは、常に変動する空調負荷に応じて、熱源機の効率が低くなる領域においても運転を行う必要があったが、蓄熱槽を活用することで、変動する空調負荷の影響を受けることなく一定に運転することが可能となり、効率は高くなっている。

また、冷房時は、夜間の涼しい外気を利用して冷熱を作るためヒートポンプの効率が更に向上する。外気温 25℃における稼働時では 35℃における稼働時に比べてヒートポンプの効率は約 2 割向上する。

■電力負荷平準化の効果 (電力ピーク対策)

昼間のピーク時間帯で使われる電力を夜間へ移行するため、電力の負荷は平準化される。図 16.4 に示す事例(事務所建物)の場合、電力消費の 50%以上を占める空調において、蓄熱システムを導入することで、昼間最大電力を約 2 割削減(昼間の空調に必要な冷熱の半分を蓄熱で賄った場合の目安)することが可能である。



図 16.3 蓄熱システムの運転イメージ
(出典：(一財)ヒートポンプ蓄熱センター ウェブサイト)

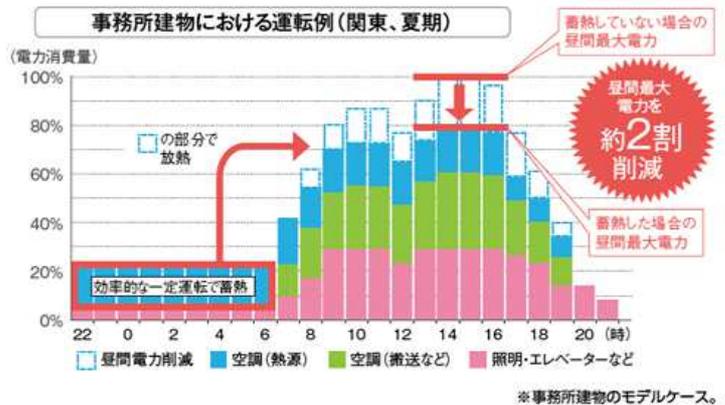


図 16.4 負荷平準化効果の例(事務所建物)
(出典：(一財)ヒートポンプ蓄熱センター ウェブサイト)

3) 導入上の留意点

■設計段階

【中央方式の場合】

- ・ 計画時の熱負荷想定に基づいて、熱源機器の機器容量を選定する（詳細は、ヒートポンプ蓄熱センターの「蓄熱システムの設計・制御【新版】」を参照すること。）。
- ・ 蓄熱方式を決定した後、必要となる蓄熱槽スペースを検討する。
- ・ 蓄熱運転及び放熱運転を想定し、制御方法について検討する。特に、昼間時間帯のピークカット運転を行う場合は、熱交換器及び搬送機器の選定等について検討する。

【個別分散方式の場合】

- ・ 室外機のほかに、蓄熱ユニットが必要となるため、設置スペース及び運転重量について確認する。

【共通事項】

- ・ 夜間は、蓄熱運転を行うため、室の用途に応じて夜間の稼働又は 24 時間の稼働となる室等は、あらかじめシステムを分けることなどに留意する。
- ・ 電気の需給契約上、蓄熱システムの電力量について計量を分ける場合があるため、必要な手続を電力会社等に確認する。

■施工・引渡し段階

- ・ 蓄熱槽内の温度データ、機器消費電力量等を把握できるシステムを構築し、施設管理者が、蓄熱運転及び放熱運転のサイクルが適正な運用になっているかを確認できるように配慮する。

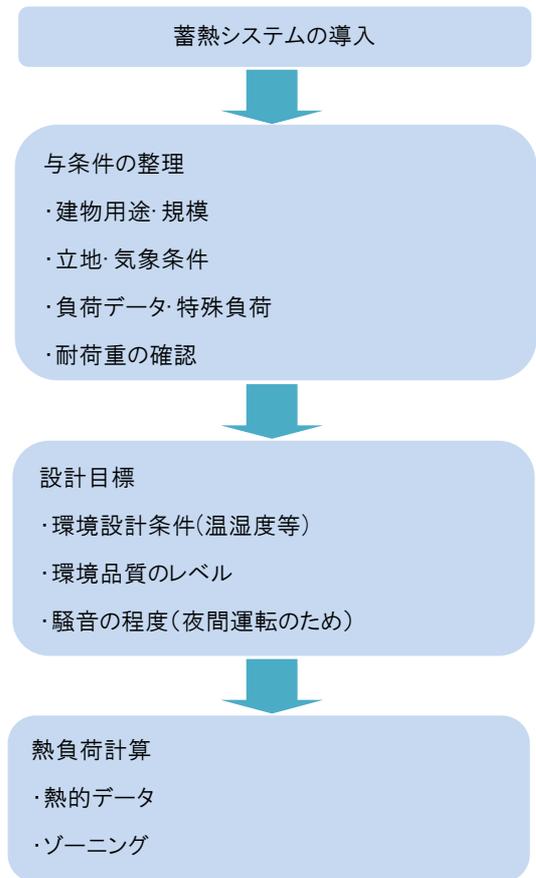


図 16.5 蓄熱システムの導入検討フロー

4) 効果算定の事例

■概算（計画時）

熱負荷計算結果に基づき、中央方式においては、右記の式により必要な水又は氷蓄熱槽の容量を算出し、個別分散方式においては、蓄熱利用の機器能力から機器を選定し、設置の可否を検討する。

効果については、計画段階で熱源機器の仕様が決まっていない場合、表 16.1 に示す値を参考とする。蓄熱システムについては、非蓄熱システムに比べ年間で 10%程度エネルギーの削減が図れると想定している（詳細については、ヒートポンプ蓄熱センターの蓄熱式空調システムの設計マニュアル等を参照）。

■詳細（設計時）

日冷房負荷及び日暖房負荷の詳細検討結果を受けて熱源機器容量を設定し、冷房のピーク負荷及び暖房のピーク負荷の確認を行い、機器を決定する。また、熱源機器の運転方法を設定し、年間のエネルギー消費量を算出することで省エネルギー効果を確認する。

$$\text{水蓄熱槽容量} = \frac{1,000 \cdot n1 \cdot \text{Hr} - \sum Qn}{Cw \cdot \rho w \cdot \Delta t \cdot \eta}$$

$$\text{氷蓄熱槽容量} = \frac{1,000 \cdot n1 \cdot \text{Hr} - \sum Qn}{Cw \cdot \rho w \cdot \Delta t \cdot \eta + \text{IPF} \cdot Ci \cdot \rho i}$$

$\sum Qn$:蓄熱運転時間内に発生する時刻 n の空調負荷[kW]
 Cw :水の比熱 1.163[kW/kg] ρw :水の密度 1.00[kg/m³]
 Ci :氷の比熱 93[kW/kg] ρi :氷の密度 920[kg/m³]
 η :蓄熱槽効率(蓄熱方式による) IPF:氷充填率(製氷方式による)
 Hr :熱源機器容量[kW] Δt :蓄熱槽利用温度差[°C]

表 16.1 蓄熱システムの効果

個別式 (氷蓄熱)	蓄熱式空調を使用した場合、蓄熱槽からの放熱及び搬送ポンプ動力の増加に加え、冬期夜間の外気温低下による熱源機の効率低下等により年間で 13% 程度のエネルギーの損失が発生する。しかし、熱源機の定格出力での運転による効率向上、夏期夜間の外気温低下による熱源機の効率向上等により年間で 22%程度の省エネとなるため、蓄熱式空調は、非蓄熱式空調と比較して 10%程度の省エネとなる。
中央式 (水又は氷蓄熱)	

(出典:「総合資源エネルギー調査会 省エネルギー・新エネルギー分科会 省エネルギー小委員会 工場等判断基準ワーキンググループ 最終取りまとめ(平成 25 年 12 月)」経済産業省 (https://www.meti.go.jp/shingikai/enecho/shoene_shinene/s_ho_energy/kojo_handan/pdf/report01_01_00.pdf))

地中熱利用ヒートポンプ

1) 技術の概要

■技術の概要

地表から 10m 以深の地中温度は、季節によらず、その地域の平均気温又はそれよりも少し高い温度でほぼ安定している。この安定した熱エネルギーを地中から取り出して、冷暖房、給湯、融雪等に利用することを「地中熱利用」という。

地中熱の利用方法は、用途に合わせて、5つの方式(ヒートポンプ、水循環、空気循環、熱伝導及びヒートパイプ)に分類することができ、その普及状況は、図 17.1 に示す通り、ヒートポンプ、空気循環及び水循環の方式が多い。

■地中熱ヒートポンプの動向

ヒートポンプ方式による地中熱利用には、図 17.2 に示すようにオープンループ方式(井戸から揚水した地下水を熱交換させるもの)及びクローズドループ方式(深度 20~100m 程度の地中熱熱交換器に不凍液等を循環させ熱交換するもの)の2つの方式に大別されるが、採用事例のほとんどは、後者のクローズドループ方式となっている。また、表 17.1 に地中熱ヒートポンプの採熱方式を示しているが、垂直型は水平型に比べて設置スペースが小さくて済むため、広く普及している。

表 17.1 地中熱ヒートポンプの採熱方式

垂直型	ボアホール方式	100~150mのボーリングをして熱交換のチューブを入れる
	基礎杭方式	建築物の基礎杭を利用しその中に熱交換のチューブを入れる
水平型	水平ループ方式	敷地内の浅層(1.0~2.5m)の地中に熱交換用のチューブを水平に埋設する

2) 技術の効果

■省エネルギー・省 CO2 効果

空気熱源ヒートポンプは、大気熱を熱源にしているため、夏は 35℃を超えるような暑い外気から温度を下げ、冬は 5℃くらいの冷たい外気から温度を上げる必要がある。一方で、地中熱ヒートポンプは、図 17.3 に示すように、外気温に比べて安定した地中熱(夏:15~20℃、冬:10~15℃)を利用できるため、同じ温度の熱を少ないエネルギーで作ることができる。この CO2 削減効果としては、図 17.4 に示すように約 25%の削減が見込まれる事例もある。

■節電によるランニング削減効果

立地条件にも左右されるが、空気熱源ヒートポンプを地中熱ヒートポンプに切り替えた場合のランニングコストを試算すると、図 17.4 の事例では、図 17.5 に示すように年間の電気料金で、約 25%の削減が見込まれる事例もある。

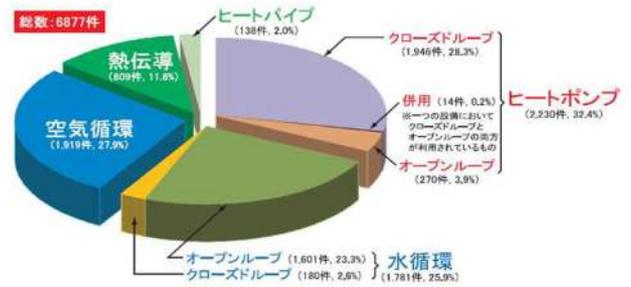


図 17.1 地中熱利用方式と普及状況 (出典:「地中熱利用システム(平成 29 年 3 月)」環境省 (https://www.env.go.jp/water/jiban/pamph_gh/full_a_2017.pdf))

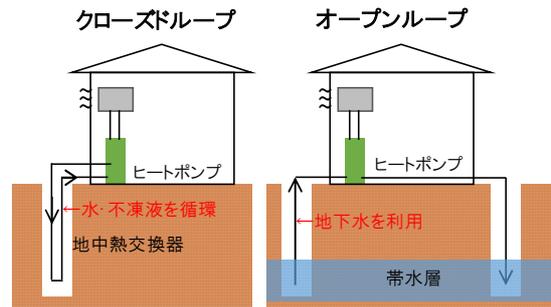


図 17.2 ヒートポンプ方式の利用方法

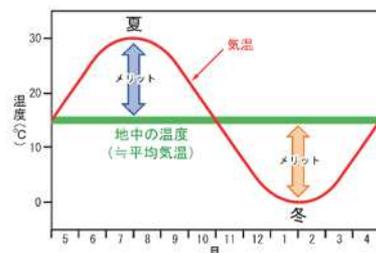


図 17.3 安定した地中温度を利用するメリット (出典:「地中熱利用システム(平成 29 年 3 月)」環境省 (https://www.env.go.jp/water/jiban/pamph_gh/full_a_2017.pdf))

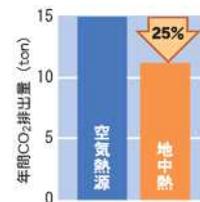


図 17.4 CO2 排出量比較



図 17.5 ランニングコスト比較

(冷房能力 40kW、暖房能力 45kW、平日のみ 10 時間運転) (出典:「地中熱利用システム(平成 29 年 3 月)」環境省 (https://www.env.go.jp/water/jiban/pamph_gh/full_a_2017.pdf))

3) 導入上の留意点

■設計段階

- ・ 空調の通年の使用状況を把握するため、気候条件(気温、日射量、空調温度、期間等)、地中条件(地質、地中温度、地下水の有無、地下水汚染の有無等)、エネルギーの消費実態(電気、都市ガス、灯油等)について、必要に応じて事前調査・確認を行う。
- ・ 地中熱ヒートポンプ設備の必要規模について、建物に合った適切な設備規模を設定する。
- ・ 詳細は、環境省「地中熱利用にあたってのガイドライン」を参考とする。

【クローズドループ方式】

- ・ 地下水の有無及び地盤の種類により、熱交換井の深さ当たりで熱交換量が異なるため、熱応答試験を実施することが望ましい。あらかじめ熱応答試験の実施時期を考慮しておく。
- ・ 地中と熱交換を行う熱媒体(表 17.2)については、使いやすさ、熱的特性及び環境影響に留意し、必要な性状を満たす素材を選定する。国内では、エチレングリコール又はプロピレングリコールが広く用いられている。

【オープンループ方式】

- ・ 地域又は揚水量によっては、地下水揚水に関する規制(工業用水法(昭和 31 年法律第 146 号)、「建築物用地下水の採取の規制に関する法律(ビル用水法)」(昭和 37 年法律第 100 号)、地方公共団体の条例等)の対象となる可能性がある。
- ・ 揚水した地下水に有害物質(ヒ素、鉛等)が含まれている場合は、水質汚濁防止法(昭和 45 年法律第 138 号)に定められている排水基準に適合させる必要がある。
- ・ 地下水位の大幅な低下を生じない範囲での可能揚水量について、段階又は連続揚水試験、回復試験等により確認する。

■施工・引渡し段階

- ・ クローズドループ方式は、配管が閉じた系となるため、基本的にメンテナンスが不要であるが、運転効率の低下に影響する項目(熱媒体温度、循環量等)を定期的にモニタリングする必要がある。オープンループ方式では、当該項目に加えて、揚水による地下水位低下への影響並びに放流先水域又は地下水の還元による水温及び水質への影響を定期的にモニタリングする必要があるため、これらが適切に引き継がれるよう整理する。

4) 効果算定の事例

■概算(計画時)

- ・ 地中熱ヒートポンプシステムの適用範囲・容量について、新築時又は改修時の予算上の制約を加味して検討する。ただし、敷地の制約上、設置可能な地中熱交換器の本数によって空調面積が決定される場合がある。
- ・ 敷地条件の制約を踏まえ、地中熱交換器の導入容量について検討を進める。
- ・ サーマレスポンス試験を行い、一定の熱量を与えた循環水を循環させたときの循環水温度の変化を測定する。

事務所ビルにおける導入効果概算例

基準消費電力量 = 空気熱源ヒートポンプ機器定格消費電力 × 運転時間(12時間/日) × 使用日数(240日/年)

削減効果 = 基準消費電力量 × 25%(※)

※図 17.4 の削減効果を仮定。ただし、設備稼働率(年間稼働時間)、採用する機器仕様等により変動する。

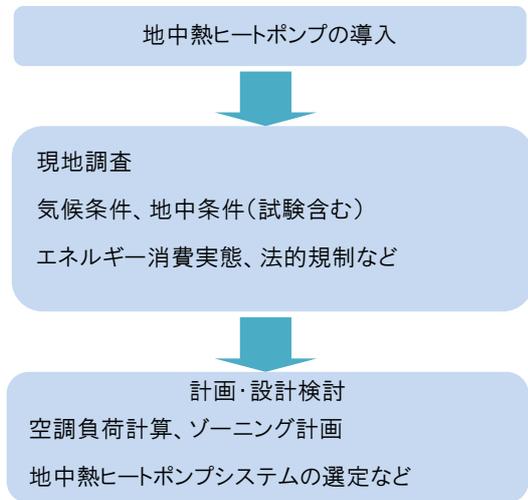


図 17.6 地中熱ヒートポンプシステムの導入検討フロー

表 17.2 熱媒体の性状

		腐食 耐性 (金属)	低粘性	不燃性	低毒性	環境 (分解性)
塩類系	塩化カルシウム等	×	○	○	○	○
アルコール系	エタノール等	○	○	×	○	△
グリコール系	エチレングリコール	○	△	△	×	△
	プロピレングリコール	○	△	△	○	△
有機酸塩系	酢酸カリウム等	△	○	○	○	○

バイオマス利用設備

1) 技術の概要

■技術の概要

バイオマスは、広くは生物由来の資源全体を指し、図 18.1 に分類される再生可能な有機性資源(化石燃料を除く。)のことをいう。これらの資源は、環境調和型の再生可能エネルギー源として注目されているが、地域に広く分散した資源であることから、収集、運搬及び管理に関わるコスト面の制約等も解決すべき課題となっている。このため、国内では、平成 21 年 9 月に施行された「バイオマス活用推進基本法」(平成 21 年法律第 52 号)に基づき、関係省庁が連携して、平成 24 年 9 月に表 18.1 に示すバイオマス事業化戦略を策定し、技術開発、導入支援等を推進した。

建築設備の分野においては、特に木質系バイオマスを温熱源利用(一部冷温熱源機器も製品化)及び発電用の燃料用途に活用している。主な木質バイオマスとしては、木質チップ及び木質ペレットが挙げられる。木質チップは、山から切り出した材木及び廃材を比較的少ない手間で加工したものである。一方で、木質ペレットは、木質系バイオマスペレットの基準(JHIA N-5651)に沿ってプラントで加工されており、形状は円筒形で、直径 6~9mm 程度、長さは 10~25mm 程度であり、原料となる木材種及び使用部位により、主に木部(ホワイト)ペレット、全木(混合)ペレット及び樹皮(バーク)ペレットに分類される。国土交通省の木質バイオマス燃料導入ガイドラインでは、発熱量が大きく、着火性、輸送性、保管性及び取扱いに優れた木質ペレットの利用のみを適用範囲として定めている。

	木質系	農業・畜産・水産系	建築廃材系
乾燥系	林地残材 製剤廃材	農業残渣 (稲わらなど) 家畜排泄物 (鶏ふん)	建築廃材
湿潤系	食品産業系	食品加工廃棄物 水産加工残渣	生活系 下水汚泥 し尿 厨会ごみ
その他	製紙工場系 黒液・廃材 セルロース(古紙)	糖・デンプン 甘藷 菜種 パーム油(やし)	産業食用油

図 18.1 バイオマスの分類

表 18.1 バイオマス事業化戦略

戦略	内容
1 基本戦略	生産・供給体制、政策の枠組み等
2 技術戦略	技術開発と製造
3 出口戦略	需要の創出・拡大
4 入口戦略	原料調達
5 個別重点戦略	バイオマス燃料毎の推進内容等
6 総合支援戦略	地域の産業創出、事業運営等
7 海外戦略	食料供給との両立、国際基準策定等

2) 技術の効果

■省エネルギー・省 CO2 効果

バイオマス燃料を使用する場合、対象設備の切替割合に応じて化石燃料消費量が削減される。バイオマスエネルギーは、大気中の CO2 濃度に影響を与えないカーボンニュートラル(バイオマスの燃焼時に放出される CO2 は、植物が光合成により大気中から吸収した CO2 であるため、CO2 の収支バランスから見ればプラスマイナスゼロになるという考え方)の下、化石燃料消費の削減量に応じて、CO2 も削減される。

■CO2 排出量取引

国内のCDM(Clean Development Mechanism)事業には、国が認証するJ-クレジット制度がある。バイオマスエネルギーは本制度において、表 18.2 に示すように、削減事業ごとに方法論に基づき算定し、創出された CO2 クレジットは、低炭素社会実行計画の目標達成やカーボン・オフセット等、様々な用途に活用することが可能となっている。

表 18.2 J-クレジット制度におけるバイオマスに関わる方法論

方法論No.	方法論
EN-S-019	廃棄物由来燃料による化石燃料又は系統電力の代替
EN-R-001	バイオマス固形燃料(木質バイオマス)による化石燃料又は系統電力の代替
EN-R-004	バイオ液体燃料(BDF・バイオエタノール・バイオオイル)による化石燃料又は系統電力の代替
EN-R-005	バイオマス固形燃料(廃棄物由来バイオマス)による化石燃料又は系統電力の代替
EN-R-007	バイオガス(嫌気性発酵によるメタンガス)による化石燃料又は系統電力の代替

(出典: J-クレジット制度方法論(抜粋) J-クレジット制度ウェブサイト)

3) 導入上の留意点

■設計段階

- ・ 燃料となる木質系バイオマス燃料の安定的な供給の可否、調達コスト、周辺施設の導入状況、木質バイオマス燃料を燃やした際に発生する燃焼灰の処理方法等について事前に確認する。
- ・ 木質系バイオマス燃料は、その原料となる木材の調達地域(気候、土壌等)により、木の生長及び木質の成分が異なることから燃料の特徴を確認するとともに、利用に適した熱源機器を選定する(図 18.2)。
- ・ 木質ペレットボイラーの設置に当たっては、その他の燃料によるボイラーと同様に規制の対象となる場合があるため、関係法令を確認する。
- ・ 木質ペレットの供給及び保管に当たっては、雨水、湿気等による木質ペレットの劣化に留意する。
- ・ システムを構成する各種設備機器(熱源機器本体、サイロ、燃料自動供給装置並びに必要に応じて遠心力集塵装置及びオイルタンク)の必要スペースを確保する。

表 18.3 木質バイオマス燃料の形態と利用機器の適合性

	ストーブ	温水ボイラー	蒸気ボイラー	吸収式冷温水機
薪	○	△(小規模で可)	×	×
チップ	×	△(中・大規模で可)	○	△(別途ボイラーが必要)
ペレット	○	○	○	○

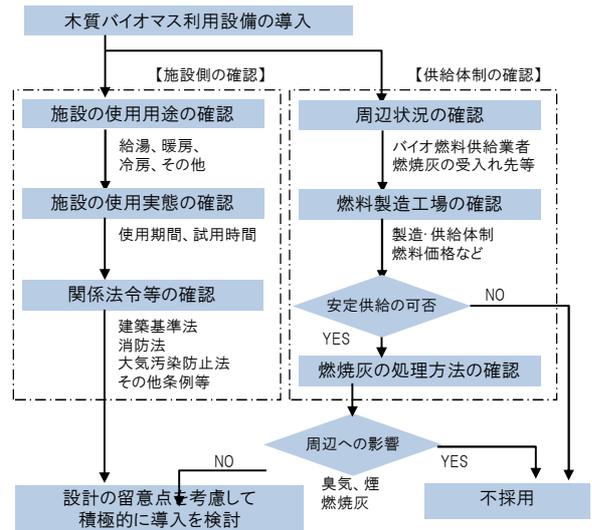


図 18.2 木質バイオマス燃料の導入検討フロー

4) 効果算定の事例

■概算(計画時)

計画段階では、対象建物設備におけるエネルギー消費量を想定し、バイオマス利用設備の導入比率及び稼働時間に応じて、削減量を算出する。

例えば、20,000(m³)の庁舎において、都市ガス(13A)ボイラーをペレットボイラー設備に代替導入(切替え割合 100%)すると想定(試算条件として、暖房負荷原単位:50(W/m²)、全負荷相当運転時間:400(h/年)、都市ガスボイラーの効率を 0.85 と仮定)した場合、次の計算式から年間の都市ガス削減効果は、約 37,600(m³/年)となる。

$$20,000(\text{m}^3) \times 50(\text{W}/\text{m}^2) \div 1,000(\text{W}/\text{kW}) \times 400(\text{h}/\text{年}) \div 0.85 = 470.6(\text{MWh}/\text{年})$$

$$\text{都市ガス削減量}(\text{m}^3/\text{年}) = 470.6(\text{MWh}/\text{年}) \times 1000(\text{kWh}/\text{MWh}) \times 3.6(\text{MJ}/\text{kWh}) \div 45(\text{MJ}/\text{m}^3) = \text{約 } 37,600(\text{m}^3/\text{年})$$

顕熱潜熱分離（デシカント）空調

1) 技術の概要

■技術の概要

外気を室内に導入する場合、従来方式では、冷媒を使ってコイルを冷却し、空気中の水分を結露させることで除湿又は減湿を行っており、場合によっては再熱が必要である。これに対し、デシカント空調システムでは、乾燥剤により空気中の水分を直接除去し、その後に顕熱のみを所要レベルに低下させている。つまり、空気を潜熱及び顕熱と一体で処理して除湿する従来方式に対し、デシカント方式は、潜熱と顕熱とを分離処理するため、機器点数は増えるものの省エネルギー効果等のメリットを享受できる。デシカント剤には、塩化リチウム、シリカゲル等が使用され、最近では防湿性能の高いゼオライトも使用されるようになってきている。

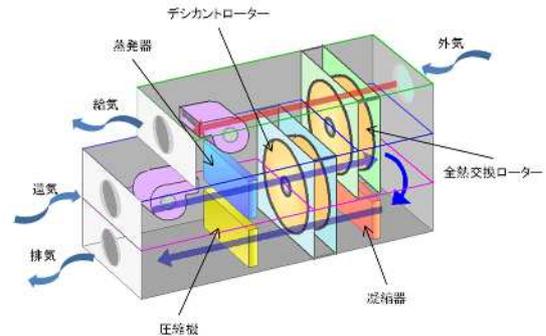


図 19.1 デシカント空調システム(中央式)

■デシカント除湿・加湿技術の動向

吸湿材として吸着材を用いた乾式デシカント除湿装置及び加湿装置は、産業用から住宅用まで幅広い分野で利用されつつある。吸湿材を再生するための熱源としては、電気ヒータによる発熱を用いるもの、コージェネレーションの排熱を用いるものなどが実用化され、更に太陽熱のような自然エネルギーを熱源としたものの研究開発も進められている。また、近年では、再生熱の低温化及び電気式ヒートポンプを組み込んだハイブリッド化が進んできていると考えられる。取り分け後者は製品化され、デシカント空調機との組合せにより個別分散空調機の高顕熱運転を可能とし、一層の高効率化を実現している。

2) 技術の効果

湿度調整において、従来方式のように過冷却した後の再熱等を行う必要がなく、除湿ローターにより直接除湿ができることから、次の①から④までに示すような省エネルギーの効用が得られる。

- ① 除湿ローターの再生用熱源には、ヒートポンプの排熱、コージェネレーション装置などの排熱利用が可能
- ② 個別分散空調機の高顕熱運転による高効率化が可能
- ③ 低湿度のため空調設定温度を上げた場合でも、温熱環境を適切に保ちつつ、省エネルギーを図ることが可能
- ④ 低湿度のため霜が付きにくく、ショーケース等のデフロスト運転時間を削減することが可能

3) 導入上の留意点

■設計段階

- ・ 設計に当たっては、次の①から⑤までのパラメータを検討して、処理される空気の湿度と目標とする温湿度条件により目標除湿量を決定し、仕様を決定する。
 - ① 運転方式(換気及び循環の方式決定)
 - ② 外気温度及び湿度並びに室内温度及び湿度
 - ③ 処理空気の目標温度及び湿度
 - ④ 処理風量及び処理空気の吹出方式
 - ⑤ 熱源方式(温水(低温又は高温)、蒸気など)
- ・ 外気導入で使用する場合、外気取入口と除湿ローター再生用空気出口が短絡しないように配慮する必要がある。
- ・ 同風量の外調機よりも外形は若干大きくなるので設置場所及びメンテナンススペースに留意する。
- ・ 除湿量の設計の際には、室内環境が湿度 40%(建築物環境衛生管理基準)以下にならないように配慮する。
- ・ 熱源方式は、ヒートポンプ技術の活用又は排熱(温水)を有効的に利用できるシステムを検討する。

クール・ヒートピット、チューブ、トレンチ

1) 技術の概要

■技術の概要

クール・ヒートチューブは、地中に埋設したチューブ等に外気を送り、地中熱を利用して空調負荷を低減するもので、その形態は、図 20.1 に示すようにチューブ埋設型、ボックス型、地下ピット利用型等に分類できる。

チューブ埋設型とは、チューブを地中に埋設する形式の設置手法で、設置場所は、掘削コストの削減の観点から建物の直下に設置する場合がある。また、設置の深さは、掘削コストを考慮して 0.5m~3.0m 程度が多く、チューブは、安価な塩ビ管がコスト面から多用されている。

ボックス型とは、共同溝などを有効利用するタイプをいう。コンクリート製のボックスを地中に建造し、クールチューブとして利用する。ボックスの土かぶりは、既存の地中埋設物等の制約条件によって異なるが、0.5m~1m 以下程度が多い。伝熱面は、ボックスの床面、側面及び天井面である。天井面及び側面は、土かぶりの厚さによるが、地表面からの外界気象の影響を受ける可能性がある。

地下ピット利用型とは、建物の地下ピットを有効利用するタイプである。伝熱面は、地下ピットの床面及び天井面が主な伝熱面となり、側面は、空気経路によって利用できない場合がある。また、地中梁、柱等の地下構造物によって、空気経路は複雑になる。さらに、空気の通過断面積が一定ではないため、伝熱面積の正確な積算が困難な場合がある。

クール・ヒートチューブの利用形態としては、建物の空調負荷低減のため、表 20.1 に示すようにパッシブクーリングと取り入れる外気の予冷又は予熱が考えられる。パッシブクーリングは、空調システムによらず夏季のみ冷熱を得る手法、取り入れる外気の予冷又は予熱については、空調システムに取り入れる外気の負荷をクール・ヒートチューブを利用して低減する手法である。

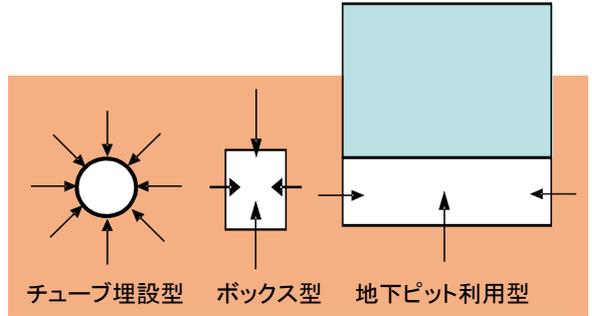


図 20.1 クール・ヒートチューブの形態

表 20.1 クール・ヒートチューブの利用形態の分類

パッシブクーリング	<ul style="list-style-type: none"> ・従来空調を必要としない ・規模の小さい、又は取り入れ外気量の比較的少ない、主に住宅の導入例が多い ・夏のみ利用(ヒータ付きで冬季にも利用可) ・空調負荷を処理
取り入れる外気の予冷又は予熱	<ul style="list-style-type: none"> ・従来空調と併用される ・取り入れ外気量の比較的多い、中規模以上の建物に導入可能 ・夏季と冬季ともに利用 ・主に建物の空調用外気負荷低減を目的としており、室内負荷の一部を処理することも可能

2) 導入上の留意点

■設計段階

- ・ 外気導入量が大きく、外気負荷が多いとされる空間を優先的に選定し、外気の導入風量を算定するとともに、クール・ヒートチューブの規模から適用できる範囲を検討する。
- ・ 湿気によるカビ等の発生及び繁殖を防止するため、常に換気を行うなど、結露防止対策を講じる必要があることから、検討を要する。
- ・ 地下水等の浸水があると、その水の腐食により異臭が発生し、これを居室等に導いてしまうため、防水対策を施す。

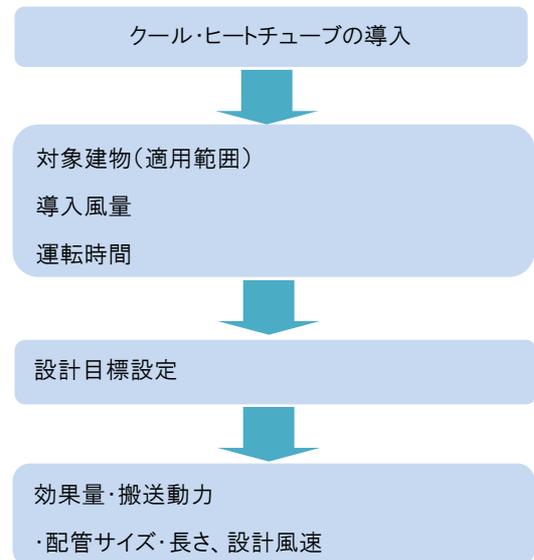


図 20.2 クール・ヒートチューブの導入検討フロー

太陽熱利用設備

1) 技術の概要

■技術の概要

太陽エネルギーの利用は、太陽電池など光としての利用及び熱の利用に大別される。熱の利用については、更にパッシブ手法として窓、蓄熱床などに熱を蓄えて利用する場合と、集熱器により熱を集めて利用する場合とが挙げられる。前者は建物自体の工夫によるところが大きい。後者は表 21.1 に示す4つのシステムに分類できる。

図 21.1 に示すように、給湯への利用が家庭用を含め最も普及しているが、図 21.2 に示すように、給湯で利用した温水を暖房にも活用する利用形態も普及している。また、図 21.3 に示すように、冷房へ利用する場合は、吸収冷凍機の利用が多く、一般に高温での集熱が困難なことから、太陽熱を単効用で利用するものが多く用いられている。近年では、図 21.4 に示すように、省エネルギー性の向上のため、低い温度の太陽熱においても有効利用できるように専用設計されたソーラークーリングシステムが開発されるなど、冷暖房及び給湯に太陽熱を利用する事例が増えてきている。

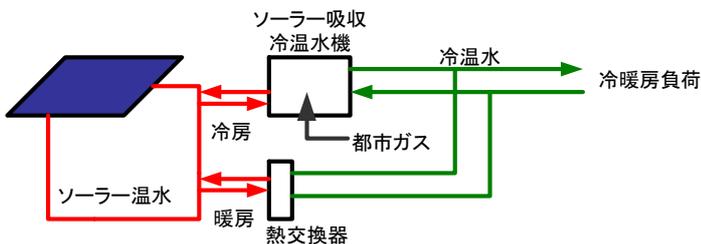


図 21.4 ソーラークーリングシステムの事例

表 21.1 集熱器を用いた太陽熱利用システムの分類

- ①給湯システム…給湯のみに利用
- ②暖房システム…暖房のみに利用
- ③給湯・暖房システム…給湯で利用した後、暖房にも利用
- ④冷暖房給湯システム…③に加え冷凍機の熱源にも利用

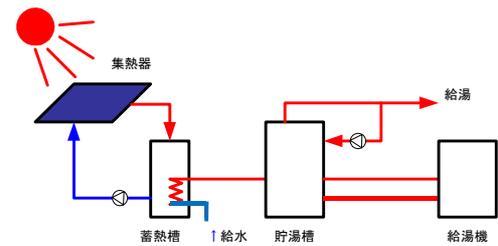


図 21.1 太陽熱設備給湯システムの例

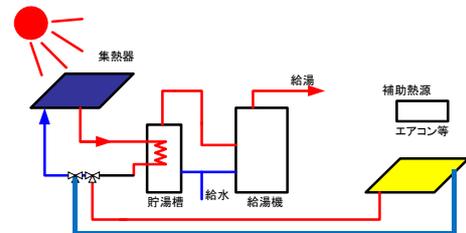


図 21.2 太陽熱設備給湯・暖房システムの例

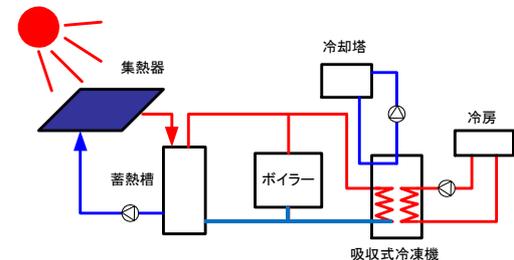


図 21.3 太陽熱設備利用冷暖房・給湯システムの例

2) 技術の効果

■省エネルギー・省CO2効果

太陽熱利用システムの効果は、建物用途若しくは規模又は地域によって様々であるが、表 21.2 に示す事例では、太陽光依存率(全体に対して太陽エネルギーで賄った割合)は約 30~40%となっており、化石燃料の使用量を削減することによるCO2排出量の削減効果も得られる。

表 21.2 太陽熱利用システムの効果の事例

用途	導入先	有効集熱面積(m ²)	集熱器タイプ	太陽依存率(%) 平成19年実績値	CO2削減量 [kg-CO2/年]*
給湯	小学校・給食室	23	真空ガラス管形	31	3,979
給湯・暖房	高校・寮	214	真空ガラス管形	31	20,116
暖房	娯楽施設	173	空気集熱形	36	10,726

*灯油熱源機を代替すると仮定(ボイラー効率80%の場合)。

(出典:「平成 21 年度 業務用太陽熱利用システムの導入検討ガイドライン」NEDO)

3) 導入上の留意点

■設計段階

- ・ 東京都建築物環境計画書制度の対象建物においては、太陽熱利用設備は導入を検討する義務がある点に留意する(検討シート有り)。
- ・ 太陽エネルギーは、間欠的かつ不確実であるため、太陽熱利用システムには蓄熱槽が必要となる。蓄熱槽はシステムの種類、設置スペース、使用条件、コスト等により、単槽又は複数の槽を組み合わせる計画する。
- ・ 導入が容易な太陽熱利用設備ユニットについても検討する。
- ・ 太陽熱を無駄なく集熱するために、効果的な制御方式を検討する(制御には、温度を感知して集熱ポンプを発停する方式と日射量を感知して発停する方法とがある)。
- ・ 水式集熱システムは、屋外で外気にさらされるため、集熱器、配管及び弁類は凍結対策を講じる。
- ・ 集熱ポンプの停止、集熱回路への放熱器の設置等、過集熱及び空焚き対策について検討する。

■施工・引渡し段階

- ・ 水質の悪い水を循環すると、腐食の発生又はスケールの付着により寿命を損なうため、水質検査により水質を確認し、必要に応じ濾過装置などを設置して水処理を行う必要がある。メンテナンス方法については、マニュアル等を整理し、施設管理者へ引き継ぐ。
- ・ 経年での故障若しくは劣化又はシステムの正常な稼働を確認し、異常があった場合は対処できるように、運転データ等の記録方法について配慮する。

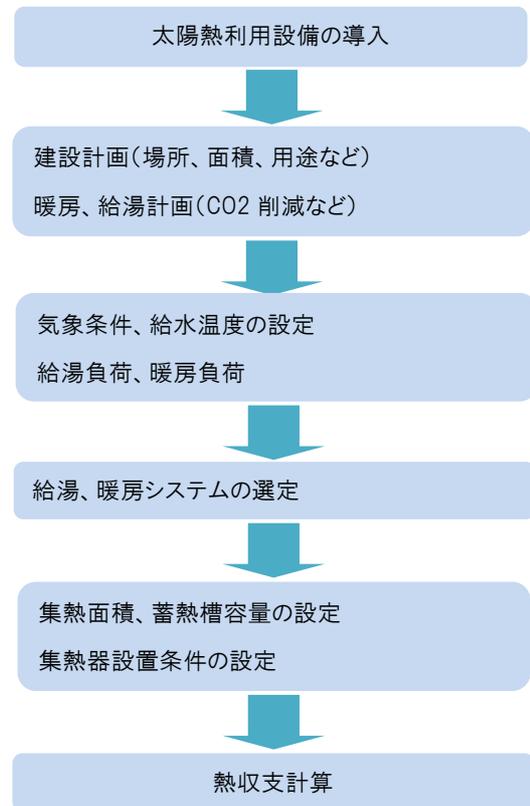


図 21.5 太陽熱利用システムの導入検討フロー

4) 効果算定の事例

■概算(計画時)

建築物の計画段階では、詳細な熱負荷を求めることができないため、単位床面積当たりの熱負荷原単位、1日の時刻別熱負荷パターン等を用いて検討する。簡易計算には、指定地域の月平均の気象データ及び日合計負荷を使って全日集熱効率線図により求める方法と、月平均の時刻ごとの気象データ及び月平均の時刻ごとの熱負荷を用いて、瞬時集熱効率線図により時刻ごとの計算で求める方法とがある(詳しくは、一般社団法人ソーラーシステム振興協会「業務用太陽熱利用システムの設計・施工ガイドライン(H25.4)」を参照)。

■詳細(設計時)

1年365日の気象データ及び熱負荷データを時間ごとに入力して365日連続での熱収支の計算を行い、太陽熱利用熱量、太陽光依存率等を求める。建物の建設地の気象データ、熱負荷データ及び太陽熱利用を含めた構成機器の仕様を取り込み、太陽熱利用熱量及び太陽光依存率を計算し、その有効性を確認する。

BEMS (データ収集の措置)

1) 技術の概要

■技術の概要

BEMSとは、Building and Energy Management Systemの略で、建物の室内環境及びエネルギー使用状況を把握し、最適に制御することを目的とする機器・設備等の運転管理システムである。近年では、経済産業省による「次世代エネルギー・社会システム実証事業」においてエネルギーマネジメント技術の確立に向けた実証等を進めているところである。

BEMSには、室内環境、機器設備の発停、配管等の温度、流量、圧力等のデータを収集し、施設管理者に対して評価を表示させるなど様々なシステムが存在しており、その多くは設備機器の維持、管理及び保守を目的に構築された中央監視設備に付属して、データを分かりやすく表示する役割を担っている。一方で、中央監視設備の設置を必要としない中小規模の建物では、BEMS導入のために系統別に多くの計測器を設置しなければならないこと、サーバにつなぐための工事が必要なことなど、初期投資コストの増加が少なくないことから、どのようにしてこれに見合う運用の最適化が図られるかという課題がある。

しかし、近年では空調設備の集中管理コントローラーが高機能化し、BEMSの役割を一定程度代替する製品及び計量からデータ収集、見える化までを安価に行うことができる情報設備システム等が普及し始めており、中小規模の建物においても、エネルギーデータの収集が容易になりつつある。

BEMSの活用にあたっては、収集したデータにより、いかに無駄を省き効率的な運用となる計画を立てられるか、また、それらの効果の事後検証ができるかが重要となる。BEMSそのものの考え方及び設計ガイドライン、その活用方法に関する考え方等については、空気調和衛生工学会等の資料(表 22.1)において、体系が整理されている。

表 22.1 空気調和・衛生工学会における BEMS 関連の公開資料

コード	タイトル	概要
SHASE-M 0004-2001	環境・エネルギー性能の最適化のための BEMS ビル管理システム	BEMS の解説
SHASE-M 0006-2005	建築室内環境・設備システム性能評価方法の標準化研究	室内環境計測方法
SHASE-M 0007-2005	設備システムに関するエネルギー性能計測マニュアル	設備性能計測方法
SHASE-M 0009-2007	BEMS の普及と活用促進に向けて	評価指標の定義・活用
R 0024-2010	BEMS を活用した改善手法ガイドライン	活用方法
R 0034-2012	BEMS の活用に向けたグラフ画面とデータエクスポートの標準仕様の提案	活用促進手法
R 0038-2012	改正省エネルギー法対応 BEMS のあり方	応用

2) 技術の効果

■省エネルギー・省CO2効果

データの分析による不具合の検知、切り忘れ防止等の運用の改善等、省エネルギー及び省CO2に資する活動の支援となるほか、見せ方によっては、施設の利用者側にも省エネ行動の啓発を促すことができる。

一般的な省エネルギー率については、統計的なデータの蓄積が行われていないが、10%程度の省エネルギーが実現するとの報告(BEMS導入支援事業と省エネルギー効果実績(NEDO))がある。

3) 導入上の留意点

■設計段階

- ・ BEMS の導入の目的に応じて、計量・計測項目の規模(点数)等を計画する。具体的には、管理指標を決め、計量点、データ管理及び出力方法について、それを誰がどのような形で確認し、フィードバックするのかを発注者、可能であれば施設管理者と協議の上、検討する。図 22.1 に示されるように、データ取得の目的及び活用方法が設計段階で確認できていることが重要である。
- ・ 設計段階において、運用後の汎用性を高めるために、計量点の変更・追加、機能の変更・追加等に柔軟に対応する拡張性を考慮する。

■施工・引渡し段階

- ・ 取得されたデータにより、省エネルギー及び省コストを目的とした PDCA サイクル(図 22.1 中の“現状データの確認”から“継続・維持の活動”までのフローを参照。)を構築する。建物管理者への委託によるエネルギー管理が望ましいが、それが難しい場合は外部のコンサルタントの活用等も検討する。
- ・ 施設管理者に対し、設計段階で前提とした管理指標及び管理の考え方を適正に引き継ぐ。
- ・ 来庁者向けなどに、省エネの取組を分かりやすく表示する仕組みについても検討する。

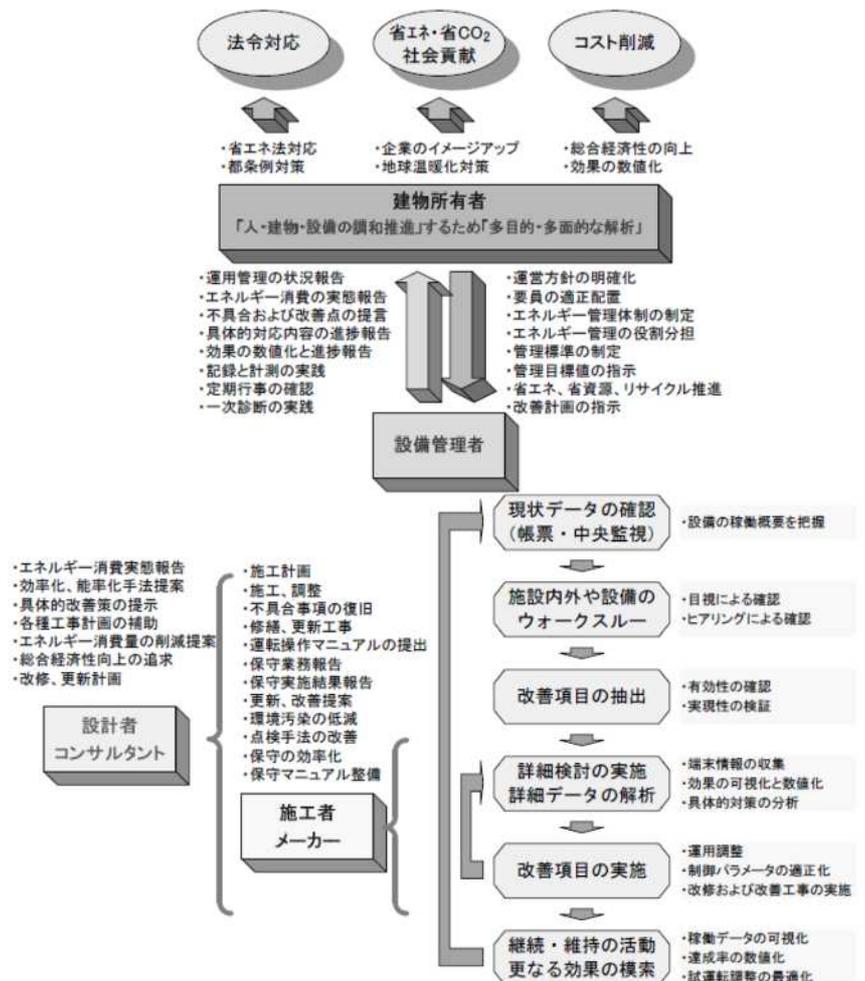


図 22.1 建築物の関係者と BEMS データの活用項目

(出典:村上公哉、他 15 名:「BEMS の活用に向けたグラフ画面とデータエクスポートの標準仕様の提案(第 1 報)BEMS 活用の現状と課題」、空気調和・衛生工学会大会学術講演論文集、p.2402 図-1、2012 年 9 月)