

### 3.4 商業ビルの省エネ診断ガイドライン

#### 3.4.1 基本事項

省エネ策、省エネポテンシャルを把握するために、省エネ診断を実施する。診断においては、エネルギー消費設備の管理状況の調査、稼動状況の調査および計測などにより有効な省エネ手法・ポテンシャルの算出等を行う。

##### (1) エネルギー管理の状況

省エネ推進には以下に述べるエネルギー管理の実践、効率化が必要であり、診断時にこれらに対する実施レベルを確認する必要がある。

- (a) PDCA サイクルによる目標管理
- (b) エネルギー消費および原単位計測管理
- (c) 設備の保安全管理
- (d) 設備の（効率運転のための）機能管理
- (e) 設備の運転管理
- (f) 施設の LCC 管理

表 3.4.1-1 に、エネルギー管理の内容と効果を記載する。

表 3.4.1-1 エネルギー管理の概要

項目	内容	対策・効果
1) エネルギー管理体制	<ul style="list-style-type: none"> <li>●組織の整備・人材教育</li> <li>●省エネの目標・投資予算</li> <li>●管理標準の設定</li> <li>●省エネ実施状況</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>●経営 TOP、従業員、テナント、施設管理者などを含んだ組織の設および PDCA の実施。</li> <li>●居住者への啓蒙・指導の強化。</li> </ul>
2) 計測・記録の実施状況	<ul style="list-style-type: none"> <li>●建物の図面・資料類の整備</li> <li>●計測器の設置・運用・保守・点検状況</li> <li>●計測・記録の実施</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>●なるべく設備別・分野別など詳細な範囲の測定・分析をする。</li> </ul>
3) エネルギー使用量管理	<ul style="list-style-type: none"> <li>●日報記録状況</li> <li>●日・月等使用量把握</li> <li>●パワーバランスの把握</li> <li>●前年度比グラフ</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>●測定データはトレンド・グラフ化等で解析・分析する。</li> <li>原・単位は、エネルギー、CO<sub>2</sub>、</li> </ul>
4 機器の保守点検	<ul style="list-style-type: none"> <li>●定期点検・日常点検</li> <li>●機器・システム性能管理(COP)</li> <li>●機器清掃(フィルタ、ストレーナ等)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>●予防・予知保全など高度保全の採用も検討する。</li> <li>●性能管理など保守会社と調整が望ましい。</li> </ul>
5) エネルギー原単位管理	<ul style="list-style-type: none"> <li>●熱量原単位 [MJ/m<sup>2</sup>・Y]</li> <li>●電力原単位 [kWh/m<sup>2</sup>・Y]</li> <li>●CO<sub>2</sub> 原単位 [t-CO<sub>2</sub>/m<sup>2</sup>・Y]</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>●左記以外にもエリア別、設備別等なるべく詳細に行う。</li> </ul>
6) マネジメントシステム	<ul style="list-style-type: none"> <li>●BEMS システムの採用検討</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>●LCC の適化制御が可能</li> </ul>

BEMS、BAS 等の自動化システムの活用によりエネルギー管理の高度化が可能となるが、インドネシアにおける導入率は低くほとんどが技術者によるメンテナンス中心に管理されているのが実状である。したがって、エネルギー削減に当たってはしっかりしたエネルギーの管理体制をつくって、エネルギー削減目標値の設定から始め、エネルギーの削減対策の決定、対策の実践、効果の検証ならびに次のステップへの展開へと一貫した取組みが必要であり、エネルギー削減の効果を上げていくためには、建物に関わるすべての部門の木目細かな参画が必要になる。

#### ライフサイクルコストの概念

ライフサイクルコスト（LCC）とは、建物が建設されてから壊れるまでの生涯で、エネルギー費用やメンテナンス費用等、建物に関する全ての費用（ライフサイクルコスト）で経済性を評価する方法である。当初のインシヤルコストは 20%程度にすぎない。

建物計画時にはコスト面から設備費が節減され、空調等の省エネ設備が取付けられない向きがある。インシヤルコストが高くなっても、数年で回収され、その後経費の節減に寄与するケースが多く、是非オーナーサイドの理解を得て金融上の助成強化を図りつつ、省エネ設備の導入を促進する必要がある。

## (2) 建物のエネルギー消費特性

建物は、計画から始まり、設計、施工の段階を経て完成する。そして、計画、設計のそれぞれの段階で、固有のエネルギー消費特性を創り込むことが可能である。

設計段階で建物に組込まれる個々の設備、機械・装置、システムなどの能力は、それぞれが担当するエリアで要求される負荷の最大値を処理できる余裕を持って設備容量が選定されて納入されている。

建物が完成して持主に引き渡される前の完成検査の段階では、実際の各種負荷は存在しないので、各設備類の能力は、設計で決めた能力に調整して引き渡されている。したがって、建物完成時の各設備類の能力は、実際に処理しなければならない各種負荷に比べて過大な値になっているために、無駄なエネルギーを消費しながら運転することになり好ましくない。

建物の持主は、入居者が入り、建物が実際に運営開始する時点では過大な設備の能力を実負荷にあわせて効率良く処理できる能力に調整することが必要になるが、設備に発生する実際の各負荷の需要は、建物の使われ方、気象条件の変化などにより変わってくるので、この調整はワンサイクル一年間以上かけて行うことが必要である。この調整により、建物が消費するエネルギーの量は、大幅に低減され、やがて必要最小限の値に到達して安定する。しかし建物が経年すると、一般的にテナント（建物利用者）の増加、機器の劣化などの要因でエネルギー消費量は増加してくるためメンテナンスの充実や更新投資で対応する必要が生じてくる。

### (3) 設備能力の調整状態診断

建物が消費するエネルギーの量を削減して行くためには、まず設備の能力が、実際の負荷変動に対して効率良く追従して行くことができる状態にされていることの確認が必要である。この診断は、建物の運営開始時から運転日誌などの記録を見ながら行う。年間を通してエネルギー消費量が特に多かった日、気象条件の最も厳しかった日などの設備の運転状況を調査、分析して行う。

空調設備を例にとると、年間を通して最も熱負荷が大きい時に空調機へ循環供給する冷水の送り温度と戻り温度の差が、設計で決められた温度差になっているかを調べる。

温度差が設計値を外れている場合は、冷水循環ポンプの水量を調整して温度差を設計値に合わせる。すなわち、設計上の温度差値に対し、実際の温度差値が小さい場合は余分な水を循環していることになり、余分なエネルギーを使用していることになる。ポンプの水量の調整は、ポンプの特性曲線から必要水量に対する所要動力（電流値）を読み取り、実際の電流値を見ながら行う。

建物に組み込まれている設備は、年間を通して部分負荷で運転される割合が圧倒的に多いので、設備の能力が実際の部分負荷に対して効率良く追従して行くことができる状態に調整されていることの確認も大切である。この診断も、運転開始時から記されている運転状態の記録を見ながら行う。

年間を通して一日のエネルギー消費量が特に多かった日の、例えば 80%、60%、40%、20%などの負荷の日について、設備の運転状況を、エネルギー消費量が最も多かった日と対比し、効率化の余地を分析する。

近年、建設されている建物に組み込まれている設備は、部分負荷に自動的に追従できるインバータシステムなどを導入しているケースが多い。このような場合は、運転状況の記録の分析を基に場合によっては、自動システムの調整が必要になる。しかし、古い建物にあっては最大負荷のみへの対応で機器の運転モードが設定されているものが多く、このようなケースでは、部分負荷への対応について、手動で媒体流量の調整などが必要になる。

建物で消費されるエネルギー量の削減を推進して行くためには、建物に組込まれている設備を常に効率良く運転することが前提条件になる。したがって日常の運転・維持管理においては、常に設備がその時々々の負荷に効率良く対応しているかの運転状況の監視が必要である。

設備の運転状況を適切に、把握するために有効な計測点、測定項目を表 3.4.1-2 にまとめる。

表 3.4.1-2 各設備に対する計測点と計測項目

機器名	機器本体				機器入口		機器出口			その他			
	電圧	電流	積算電力量	積算運転時間計	温度	圧力	温度	圧力	積算流量	積算流量	湿度計	CO <sub>2</sub> 濃度	運転回転数
冷凍機	○	○	◎	○									
クーラー コンデンサー					◎		◎						
冷却塔	○	○	○		○		○						
冷水ヘッダー					◎	○							
往							◎	○					
戻													
熱交換器					◎	○	◎	○					
1次水					◎	○	◎	○					
2次水					◎	○	◎	○					
冷却水ポンプ	○	○	◎										
冷水ポンプ	○	○	◎										
冷水循環ポンプ	○	○	◎										
PAC 空調機凝縮機	○	○			◎		◎						
冷水コイル					◎		◎		○				
エアーワッシャー					◎	◎							
空調機廻り	○	○	○		◎	○	◎	○	○				
ファンコイル廻り													
ファン	○	○	○									○	
フィルター						○		○					
全熱交換器	○	○	○		○		○				○		
補給水配管										○			
給水配管										○			
エレベーター	○	○	○										◎
エスカレーター	○	○	○										
各階照明用電源			◎										
各階コンセント用電源			◎										

#### (4) エネルギー原単位

日本の省エネ法では、エネルギー消費の評価尺度として原単位管理が規定されている。原単位は「鉱工業製品の一定量を生産するのに必要な原料・動力・労働力などの基準量」と定義される。

エネルギー原単位は、[(エネルギー使用量)/(製品生産量)]で計算され、この値が低いほど消費効率が優れているといえる。分子のエネルギー使用量は、石油・ガスなどの燃料、蒸気、電力などで使用した量を夫々熱量 J (ジュール) に換算して合計し、最終的には原油量に換算した値を使用する。分母の生産量は kg、ton、kl、m<sup>3</sup>、m<sup>2</sup>、個、出荷額などの単位が使われるが、外部（市場などの）要因の影響を受けにくいものを選択する必要がある。

分子を熱量で表したものをエネルギー原単位と呼び、電力量、CO<sub>2</sub> 発生量で表したものは夫々電力エネルギー原単位、CO<sub>2</sub> 原単位と呼称する。

商業ビルでは、一般に原単位計算の分母として床面積が使用されることが多い。

原単位によりエネルギーの改善程度が明確になり、他の類似ビルとの比較も容易になる。

原単位を、設備別、分野別、エリア別などと詳細に検討を進めることにより、改善効果も大きくなる。

表 3.4.1-3 に「イ」国における代表的な燃料の換算値を記載する。

表 3.4.1-3 換算値例

換 算	熱量	CO <sub>2</sub>	注
原油 [m <sup>3</sup> ]	38.51 [GJ]	2.65 kg-CO <sub>2</sub> /ℓ	4.1868 kJ = 1 kcal
LNG [m <sup>3</sup> ]	37.23 [GJ]	2.56 kg-CO <sub>2</sub> /ℓ	
LPG [m <sup>3</sup> ]	25.53 [GJ]	1.76 kg-CO <sub>2</sub> /ℓ	
重油 [m <sup>3</sup> ]	41.73 [GJ]	2.87 kg-CO <sub>2</sub> /ℓ	
ジーゼル油 [m <sup>3</sup> ]	38.68 [GJ]	2.66 kg-CO <sub>2</sub> /ℓ	
灯油 [m <sup>3</sup> ]	34.80 [GJ]	2.39 kg-CO <sub>2</sub> /ℓ	
灯油 [m <sup>3</sup> ]	34.80 [GJ]	2.39 kg-CO <sub>2</sub> /ℓ	
電力 [kWh]	11.63 [GJ] = 2,778 [kcal]	0.7623 [kg-CO <sub>2</sub> /kWh]	
電力基本料金(例) = 29,500 [Rp/kVA/月]			
同従量料金 (例) = 439 Rp/kWh			

### 3.4.2 省エネ診断のチェックポイント

建物への関わりを大きく分類すると、①建物を使う側、②建物・設備の運転管理をする側、③建物・設備の維持管理をする側および④建物・設備を運営管理する側の四つのカテゴリーに分けられる。そして、エネルギー削減目標を達成するためにそれぞれに求められる基本的な事項は異なる。

- 1) 建物を使う側に対しては徹底した無駄使いの排除が要求される。
- 2) 建物・設備の運転管理をする側に対しては、設備の徹底した高効率運転が求められる。
- 3) 建物・設備の維持管理をする側に対しては、個々の機械類の機能確保が要求される。
- 4) 建物・設備を運営管理する側に対しては、エネルギーを削減するための投資と回収のバランスを常に見ながらエネルギー削減の効果ある投資を進めることが要求される。

建物に関わる上記の四つのカテゴリーについてそれぞれの部門が考慮して行くべき内容とエネルギー消費量の削減に効果があると考えられる手法をカテゴリー毎に表 3.4.2-1 ~ 表 3.4.2-4 に示す。

表 3.4.2-1 建物の使い方の工夫による省エネ策

項目	省エネ手法	効果
1) 部屋の使い方	(a) 同一用途、または機能的に関連する室は、同一階あるいは近接階に配置する。	エレベーター使用頻度低域
	(b) 熱負荷特性が類似の部屋は、同一空調機から空調空気を送る。	過冷の防止、環境保全
2) 発熱機器の配置	(a) コンピュータ類は、纏めて同一空間に配置。	熱排気設備を設置して、環境改善を行うと同時に空調に使うエネルギーを低減する。
	(b) 複写機、パソコン等のOA機器は、部屋の一箇所に纏めて配置して、熱排気を行う。	
3) 業務時間と場所の限定	(a) 一斉休日による施設の休止。	照明・空調エネルギーの節減
	(b) 残業を行う場所の限定と、残業時間の限定。	
4) 空調の障害除去	(a) 空気の循環を妨げない様に、吹出し口、吸込み口等の近くにある品物を取除く。	空調設備の運転効率向上
	(b) 空気の循環を妨げたり、余計な照明をしない様に、間仕切り壁を移動する。	
5) 使用者のワークスタイルに応じた指導	(a) 個人差に応じた衣服の調節。	空調設備の運転効率向上と体感温度の個人差解消。
	(b) 一般の空調条件と異なる空調環境を必要とする業務は、グループ化して空調条件を加減するか、補助的空調設備を併設する。	
6) 照明の効率的な使用	(a) 必要な照度水準毎に業務スペースを纏める。	照明エネルギーと空調熱負荷の低減
	(b) 既存の照明を最大限利用できるような作業スペースの配置を見直す。	
	(c) 高い照度を、必要とする作業スペースは、窓際に配置する。	
	(d) 日射が視線に対し側方から差込むような作業配置にする。	
	(e) 部屋を使わない時や日射の多い時は、照明を消す様にする。	
7) ブラインドの操作	(a) 日射が有る場合は、ブラインド類を閉じる。	空調熱負荷の低減;日射の影響は全負荷の約 1/4
	(b) 夜間は、ブラインド類を開いて室内の熱を屋外へ放熱する。	
8) 扉の開閉	(a) 階段室の扉は、常時閉鎖する。	空調熱負荷の低減
	(b) 屋外や空調をしていない場所へ通じるドアは、閉めておく。	

表 3.4.2-2 建物・施設の運転管理の工夫による省エネ策

項目	省エネ手法	効果
1) 外気を取入れ量を減らす	(a) 予冷運転時は、外気を取入れない。	無駄なエネルギーを使わない
	(b) 外気取入れ量の調節 <ul style="list-style-type: none"> <li>● 在室人員の数に合わせて外気を取入れ量を調整する（日本；最低 20m<sup>3</sup>/人 h）</li> <li>● CO<sub>2</sub>濃度調節計等による外気ダンパー開閉制御（日本；1,000ppm 以下）</li> </ul>	外気負荷の削減
2) 室内温度・湿度の設定値を変更する	(a) 居室サーモスタット設定値の変更	冷房負荷の削減
	(b) 廊下、ホール等人の通過スペースの温度・湿度の設定は、居室より高く設定する。	空調設定温度 1°CUP で約 10% 省エネ(日本 METI 勧告;28°C)
	(c) 外気温度により室内温度・湿度の設定値を変更する <ul style="list-style-type: none"> <li>・外気温度が上がる程高く設定する</li> </ul>	
	(d) 居室ヒューミディスタット設定値の変更 <ul style="list-style-type: none"> <li>● 室内の湿度が70%を越えた時のみ除湿する</li> <li>● 露点温度制御をしている場合は、露点温度を高く設定する</li> </ul>	空調負荷の削減 露点温度 10°C→12°C 負荷約 17%削減
	(e) 電算機の要求する室内温度・湿度の条件見直し(メーカーと協議)	冷房負荷の削減
	(f) 恒湿を必要とする部屋以外除湿目的の再熱は行わない	空調潜熱負荷の低減
	(g) 室内の顕熱負荷が減った場合は、再熱をしないで風量を絞って室温を制御する	再熱エネルギーと空気搬送動力の低減 (CAV から VAV へ変更)
3) 室内が過冷却状態に成る事を防ぐ	(a) 空調機、ファンコイルユニットへ循環供給する冷水の温度は、負荷に応じて調節する(低負荷時に上げる)	無駄なエネルギーを使わないと同時に室内環境の向上
	(b) 吹出し風量の調節 <ul style="list-style-type: none"> <li>● 室内の負荷に合わせて室内へ供給する風量を調節する</li> <li>● 室内の負荷が少ない時は、ファンコイルユニットのファンは停止しコンベクターとして使う</li> </ul>	
	(c) 室内の局所的な過冷を防ぐために風量調節を行う	
	(d) 自動制御装置が不十分な設備では、手動調節をこまめに行う	
4) 装置の起動・停止時刻の調整と予冷運転時間の短縮	(a) 曜日、季節に依って起動・停止時刻を調整する	無駄なエネルギーを使わない
	(b) 予冷時間は、外気と室内の温度差に依って調節する	
	(c) 冷房開始後と終了前の一時間、外気取入れ量を減らす	外気負荷の減少
	(d) 部屋を使用開始一時間後に所定の室温になるように運転する	運転エネルギーの節減
	(e) 冷房終了一時間前に冷凍機を停止して、ポ	

項目	省エネ手法	効果
	ンプおよび送風機のための運転とする	
	(f)機械室、駐車場等換気用送風機の運転時間を短縮する	
5) 送風量の低減	(a) 機械室、駐車場等換気用給・排気量の調整 <ul style="list-style-type: none"> <li>必要最小風量の設定</li> <li>風量過剰の系統は、ファンのブーリーダウンを行う</li> </ul>	<p>運転動力の節減</p> <p>ファン動力は風量の3乗に比例するので10%風量低減は27%動力節減となる</p>
6) 空調運転の制限	(a) 使っていない部屋の空調は止める	無駄なエネルギーを使わない
	(b) 空調を必要とする作業を一箇所に集約し局所空調を行う	運転エネルギーの節減
	(c) 残業時間の空調制限	運転エネルギーの節減
7) 冷凍機プラントの効率運転	(a) 冷凍機の群管理運転 <ul style="list-style-type: none"> <li>部分負荷時に冷凍機の運転台数を減らす</li> </ul>	<p>総合効率の向上</p> <p>成績係数の向上</p>
	(b) 冷凍機冷水出口温度設定値の調整 <ul style="list-style-type: none"> <li>外気の温度に依り冷水出口の温度の設定値を変更（上げると省エネ）</li> <li>冷水入口温度制御に変更する</li> </ul>	
	(c) 冷却水温度の設定値調整 <ul style="list-style-type: none"> <li>冷却水温度制御の温度の設定値は、冷凍機が許容する冷却温度まで下げる。</li> </ul>	成績係数の向上
8) 燃焼機器	(a) 空気比と燃焼温度の適正化	燃焼効率の向上
9) 給排水・衛生設備の運転管理	(a) 給湯時間と範囲を縮小、制限する	
	(b) 給湯使用量が少ない時間帯は、強制循環ポンプの運転を停止する	
	(c) 用途に応じて給湯温度を下げる	
	(d) フラッシュバルブのポートに節水リングを挿入する	節水
10) 照明設備の管理	(a) 使われていない部屋の照明の消灯	無駄なエネルギーは使わない
	(b) 窓際の照明を消す	照明電力の節減
	(c) 作業スペースの過剰照明を間引く	冷房負荷の低減
	(d) 始業前点灯時間の短縮・制限 <ul style="list-style-type: none"> <li>早朝清掃などの作業は、作業階毎に点灯</li> </ul>	
11) 動力設備の管理	(a) エレベーターかご内の照明・ファンは、使用しない時は切っておく	節電
	(b) 外気の温度が低い時間帯は、玄関の自動扉を手動にする	運転動力の節減
	(c) 使用者の少ない時間帯に、エレベーター、エスカレーターの運転を間引く(利用率目安 50%)	
	(d) エレベーターの停止箇所の数を減らす	
12) 電気設備の運転管理	(a) 三相負荷のバランスをとる	変圧ロスの低減
	(b) 使わない変圧器の遮断 切替え装置が有る場合は、低負荷時に切替、運転台数を減らす	



表 3.4.2-3 建物・施設の維持管理による省エネ策

項目	省エネ手法	効果
1) 装置の保守・清掃	(a) 空調機、ファンコイルのフィルターを清掃する	熱交換効率の向上
	(b) 冷凍機のコンデンサー、エバポレータの清掃。	熱交換効率の向上
	(c) 照明器具の清掃、古いランプの取替え	照明効率の向上
2) 自動制御機器の点検	(a) センサー類の精度チェック	制御精度の向上
	(b) 自動バルブ、ダンパー等の作動チェック	
	(c) 冷凍機プラントの制御機器の点検	
3) 装置の監視を強化	(a) 計量器、測定器を増設して、エネルギーの消費状況、室内環境状態等を把握する	エネルギー消費効率の向上
	(b) 管理項目のチェックと見直し	
4) 装置の補修、交換	(a) 腐食、磨耗等により性能の劣化した部品、機器、装置等を補修する	機器効率の向上
	(b) 補修しても性能が回復しない場合は交換する	
5) その他	(a) 室内壁面を清拭して照明効率を向上させる	照明効果の向上

表 3.4.2-4 建物・施設の改修投資による省エネ策

項目	省エネ手法	効果
1) 建築に関わる改修	(a) 外壁部熱遮断の強化 <ul style="list-style-type: none"> <li>● 断熱サッシュに取替える</li> <li>● 外壁の外側に断熱パネルを取付ける</li> <li>● 二重サッシあるいはペアガラスの導入</li> <li>● 屋根や床を断熱仕様に改造</li> </ul>	建物負荷の軽減
	(b) 日射の防止 <ul style="list-style-type: none"> <li>● 屋根や外壁を明色に変えて反射率を向上させる</li> <li>● 窓ガラスを吸熱あるいは反射仕様に交換</li> <li>● 窓ガラスに熱反射フィルムを貼り付ける</li> <li>● ルーバーや庇の設置</li> <li>● ブラインドやカーテンの取付け</li> <li>● 屋根散水や貯水設備の設置</li> <li>● 植栽による日射軽減</li> </ul>	建物負荷の軽減
	(c) 隙間風の防止 <ul style="list-style-type: none"> <li>● 建物入口に風除室や回転扉等の設置</li> <li>● 空調をしていない部屋や屋根の通路に自動扉を設置する</li> <li>● 配送スペースの搬入口にエアーカーテンやフレキシブル透明カーテンを設置する</li> </ul>	外気の進入を防ぎ外気負荷の軽減
2) 空調・換気設備の改修	(a) エアーカーテンの設置	外気の侵入を防ぎ外気負荷の軽減 空調負荷の軽減 排気動力の軽減、空調負荷の軽減
	(b) 発熱の多いエリアに局所排気を設置する	
	(c) 熱排気のフードは、できるだけ下げて設置し周囲への熱拡散を少なくする	
	(d) 喫煙ゾーンを設け、煙草の排気を集中して行う	

項 目	省エネ手法	効 果
	(e) 便所等の換気設備を使用時間のみ運転する方式にする	環境改善と外気負荷の低減 排気動力の低減
	(f) 駐車場の換気設備をCO2モニターで自動制御する	換気ファン動力の節減
3) 冷凍機設備の改修	(a) 効率が高い冷凍機設備に取替える	冷凍機設備運転動力の低減 20～30%期待
	(b) 冷凍機設備運転制御方式の改修 ● 負荷の変化に対して、常に高効率ポイントで運転できる様に運転容量制御を行う	システム効率の向上 20～30%期待
4) 冷水循環系・送風系の改修	(a) 冷水循環系および送風系の冷水、冷風等の流量を熱負荷に合わせ自動調整するシステムに改修する	冷水循環動力、送風動力の節減
	(b) 冷水、送風空気等の利用温度差をできるだけ大きく取って冷水量、送風空気量等を減らす	
	(c) ポンプ、送風機等を効率が高い機種に取替える	
	(d) 配管、ダクトの断熱強化	熱ロスの低減
	(e) 開放水路の冷水循環系を密閉水路に改修する	冷水循環動力の低減
5) 空調方式の変更	(a) 空調ゾーニングを細分化する	環境改善・省エネ
	(b) 全空気方式から、水／空気方式、冷媒／空気方式等へ変更	システム効率の向上
	(c) 再熱方式から可変風量方式に変更する	
	(d) 外気取入れ量制御システムを導入する	外気負荷の低減
	(e) 全熱交換器を設置する	外気負荷の低減
6) 給排水・衛生設備の改修	(a) 節水方法の導入 ● 節水型器具への取替え ● 便器自動洗浄方式の導入	節水 節水・利便性向上
	(b) 水の有効利用 ● 雨水利用設備の導入 ● 中水設備の導入	節水 節水
	(c) 給湯システムの改良 ● セントラル方式を局所方式に更新する ● 給湯系の断熱強化	給湯エネルギー効率向上 給湯エネルギー損失軽減
7) 照明設備の改修	(a) 過剰照明の防止 ● 照度コントロールの導入	照明消費電力の節減
	(b) 照明範囲の制限 ● 照明器具に個別スイッチ取り付け ● 照明配線回路の細分化 ● タイマーによる自動点滅制御装置導入 ● タスク・アンビエント方式の導入	
	(c) 高効率ランプ（CFL、Hf、T8）に交換	照明効率の向上 30～45%期待
	(d) 高効率器具に交換、反射板設置	待
8) 昇降機設備の改修	(a) インバータの導入	運転動力の低減
	(b) 群管理制御の導入	
9) 電気設備の改修	(a) 力率改善制御システム導入	

### 3.4.3 商業ビルにおけるエネルギー利用効率化手法

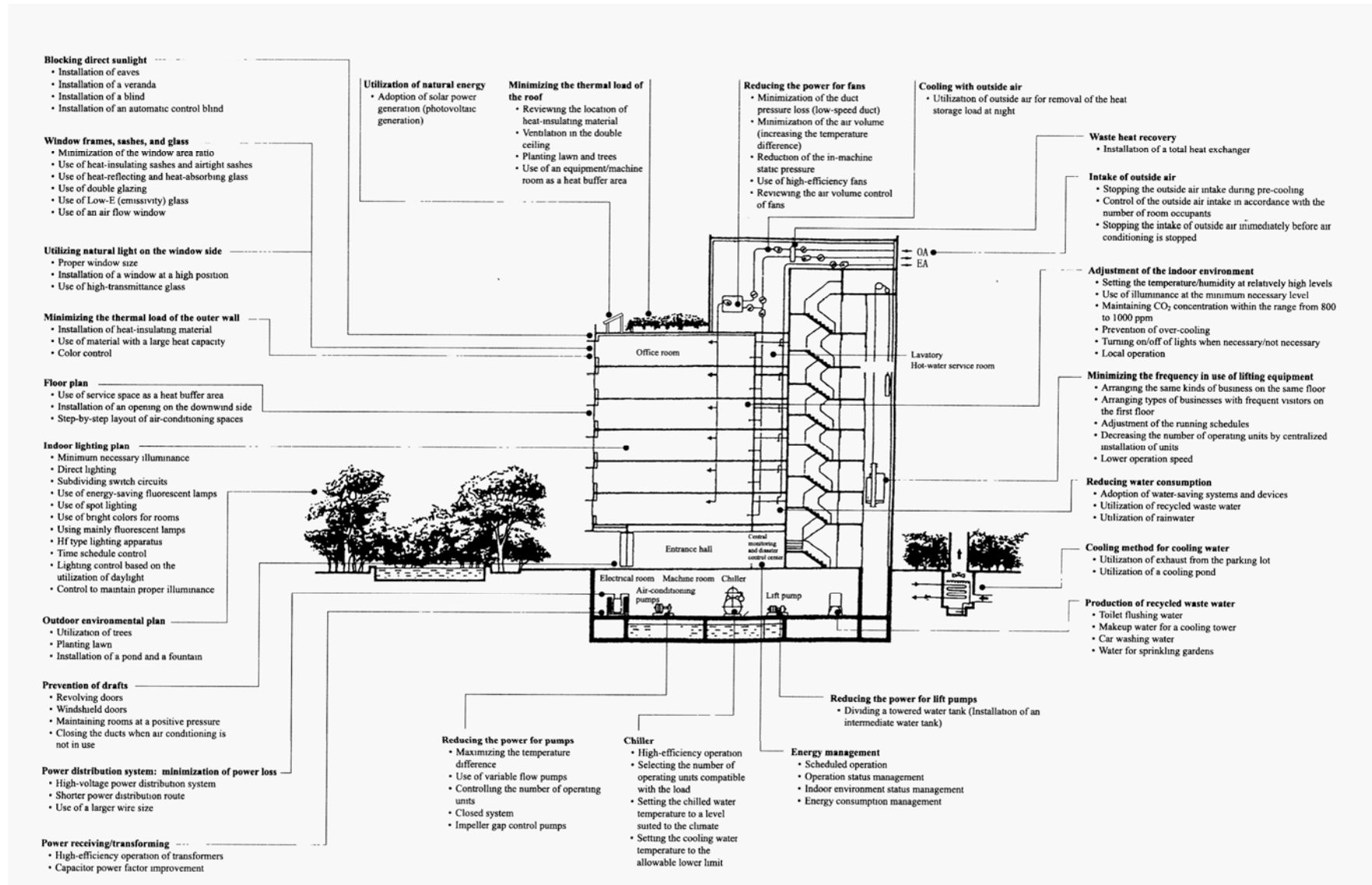
#### (1) 建物用途別エネルギー消費原単位と主な省エネ手法

表 3.4.3-1 に The World Bank が「イ」国 65 ヶ所のビルで行った用途別電力原単位例を、図 3.4.3-1 ~ 図 3.4.3-4 にエネルギー消費量の削減に効果があると考えられる手法を建物用途別に示す。

表 3.4.3-1 用途別電力原単位例

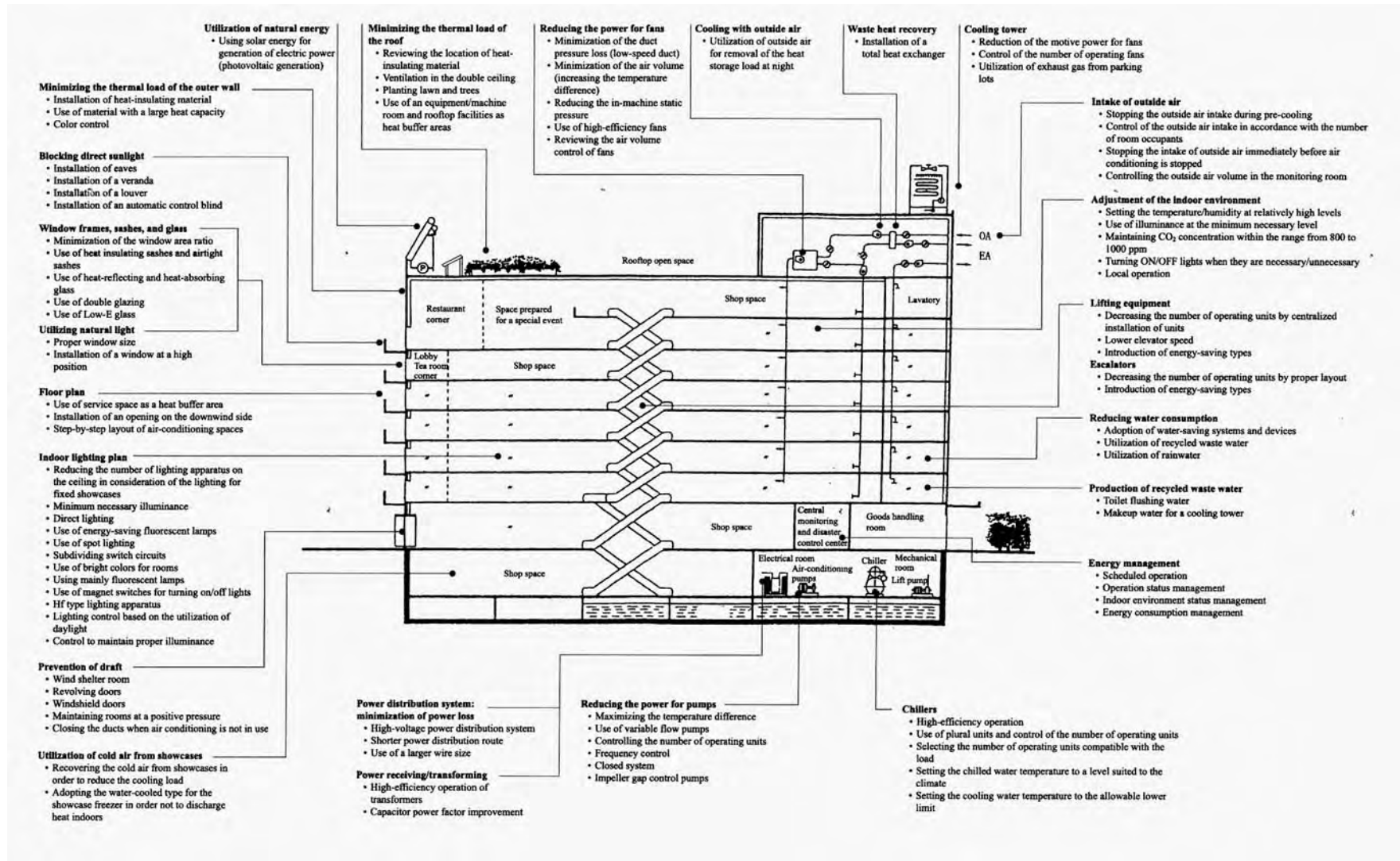
	[kWh/y]	換算値[MJ]	Japanese[MJ]
Hotel	198.2	2,305.1	2,810
Office	203.4	2,365.5	2,000
Shopping Mall	228.9	2,662.1	2,830 (Depart)
Hospital	249.9	2,906.3	3,060
官庁ビル	(158.7)	(1845.7)	1,560
電算機ビル	(614.2)	(7,143.1)	5,590
The average for all sectors	216.2	2,514.4	

( ) ; Estimate : 日本の値を参考に推計した値である



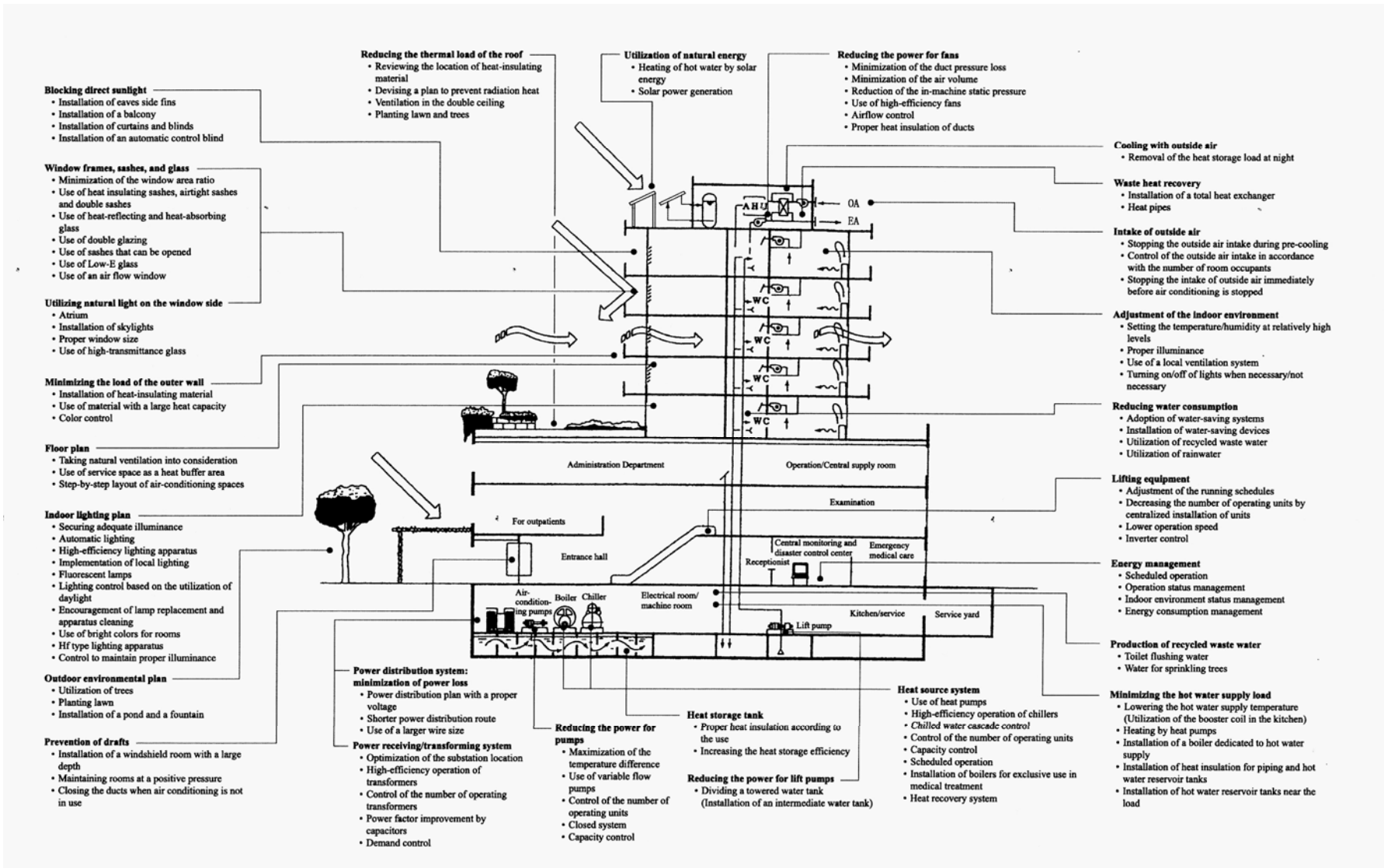
出典 ; ECCJ

図 3.4.3-1 Guidelines for Energy Conservation Measures for Office Buildings



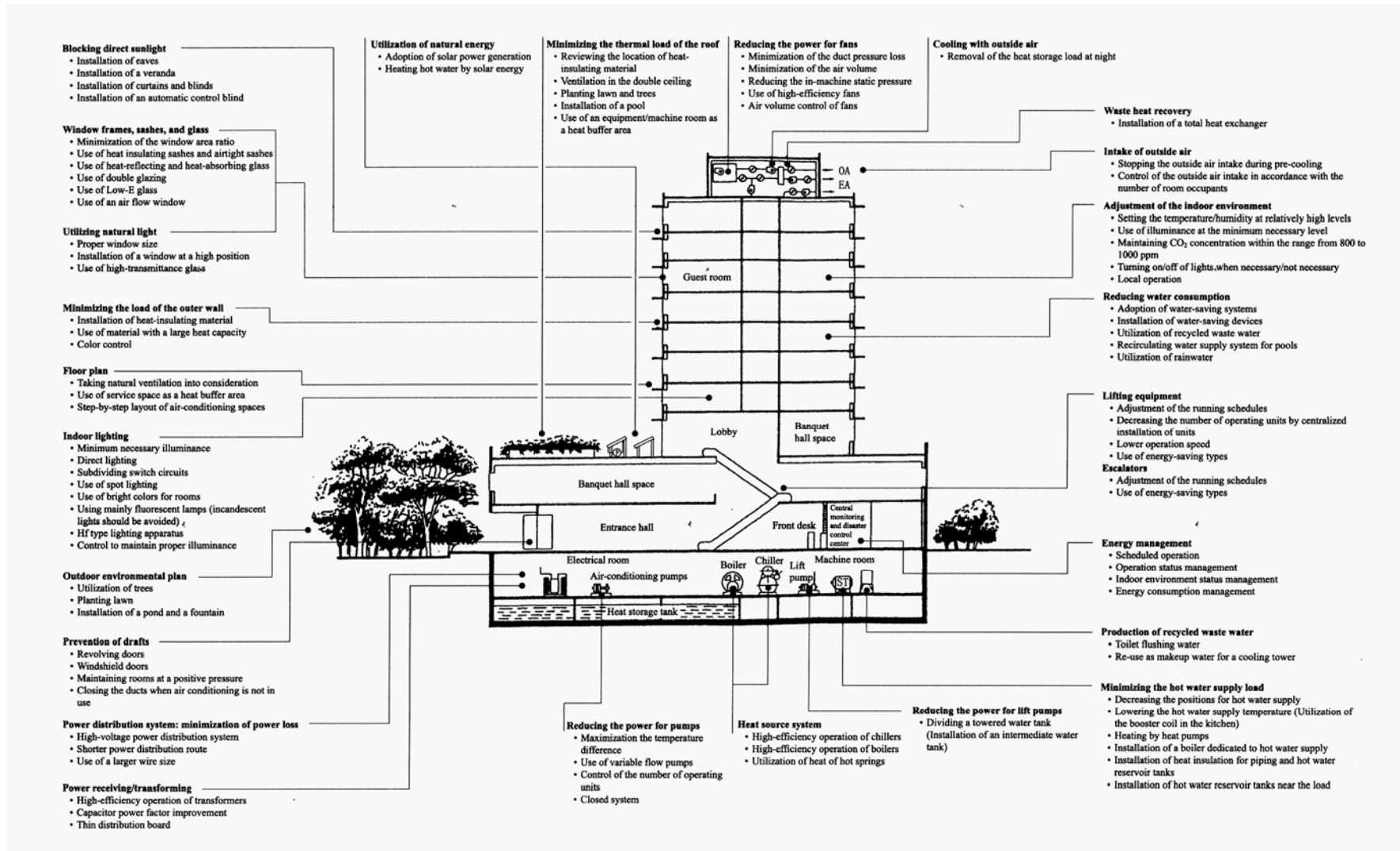
出典 ; ECCJ

図 3.4.3-2 Guidelines for Energy Conservation Measures for Large Retail Shops



出典；ECCJ

図 3.4.3-3 Guidelines for Energy Conservation Measures for Hospitals Buildings



出典 ; ECCJ

図 3.4.3-4 Guidelines for Energy Conservation Measures for Hotels Buildings

## (2) 商業ビルの建物用途別省エネ策

商業ビルに求められるニーズは年々変化している。ビルの環境、機能を維持または向上させながら省エネを図る必要がある。2007JICA 調査における省エネ診断結果および我国の事例を踏まえ、各建物用途別に特に効果が大と思われる省エネ策を下記に記載する。

### 1) 事務所ビル（オフィス）の省エネ

事務所ビルの特徴は、テナントの協力を得ることおよびライフスタイルの変化に追従していかなければならないことである。最近のニーズの変化としては空調負荷の増加があげられる。今回診断を実施した事務所においてもエネルギー消費の約半分が冷房負荷であり、ついで照明負荷が大きい。まずここへの対応を図ることが有効だが、主な方策は以下のとおりである。

#### a) 設備投資なしでできる室内温度調整

一般に室温の冷房設定温度を1℃上げると、冷房エネルギーが10%程度低減する。

#### b) 昼光利用照明

昼光を利用し、不要な照明を消灯して省エネを図る。（照明器具のグルーピング変更、昼光センサーの採用など）

#### c) 外気の取り入れ方法の工夫

冷房立ち上げ運転時の外気の取り入れ停止や、冷房時の取り入れ外気のコントロール（CO<sub>2</sub>制御など）により、熱源の負荷の低減が図れる。

### 2) ショッピングセンターの省エネ

ショッピングセンターは、来客者中心に運営されているため、エネルギー消費原単位は高い傾向がある。特に快適性に影響する空調・照明などは全体の7割を占める。ここで固有の改善策は以下のとおりである。

#### a) 照明環境の条件の改善

テナント店舗を目立つようにするためには相対的に共通部とテナント部との照度差を大きくする必要がある。共通部の照度を高くするとテナント部はそれに負けずと大きくするような無駄な競合をする傾向にある。したがって共通部を1日のうちで3パターン位にわけ照度制御することにより店舗部の演出と省エネを両立させられる。

たとえば午前中などは客も少ないため省エネパターンとする。午後は極力外光を利用しつつ共通部よりテナント部をやや明るくする。夜間は他のビルに負けない集客力重視パターンとする。

#### b) 配電線ロスの低減

今回診断したショッピングセンターはフロア面積が広く、配電系統が複雑で設備を限定したエネルギー測定は不可能であった。したがって省エネの個別問題点が見えづらい。まずは



配電システムの整備から進めることが必要となる。

c) BAS システムの設置

人手によるきめ細かな測定は不可能であるため、BAS システムによる計測・制御を活用する。

d) 出入り口対策

店舗部は面積割合が大きく、照度が高く、白熱電球の割合も多いため、照明に消費する電力が非常に大きくなっている。また出入口からの外気侵入が大きな空調負荷となっている。

出入口には風除室を設け、合わせて出入口および窓の付近については昼光利用を検討する。

e) 来客数の変動

閑散時間帯の負荷の減少に効率的に対応するため、自動運転操作などを設けて省エネを図る。

3) 病院の省エネ

病院は各部門のエネルギー消費傾向が異なっているため(図 3.4.3-5)各部門に見合った省エネ手法を選択する必要がある。またかなり敷地内に建物が点在しているケースが多いため、配管や電線などの搬送に伴うロス軽減に注意が必要である。

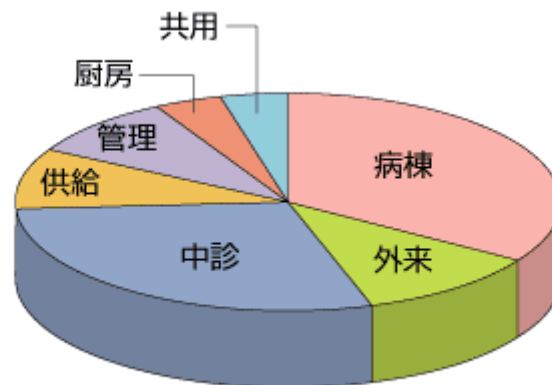


図 3.4.3-5 部門別エネルギー消費量

a) 多くのエネルギーを消費

特に蒸気・温水を多く使うため熱の消費量大きい。燃焼機器の効率確保（蒸気ボイラーの空気比の管理を徹底して燃料を節約）、蒸気漏れの対策、配管系からの熱損失防止などに配慮する必要がある。

b) 夜間のエネルギー消費量大

図に示す中診（中央診療部門）はエネルギー消費が大きい。また、MRIをはじめ夜間も電源を停止できないような高度医療機器を多く抱えている場合、待機電力、夜間の電力消費

量が大きい特徴がある。

c) 建物が広域に点在傾向

ショッピングセンターと同様であるが、大きな負荷が点在しているため配電ケーブルが長くなり電線ロスが増加する。電線太さ、力率コンデンサーの配置などに考慮する必要がある。

4) ホテルの省エネ

ホテルの特徴は、24時間稼働している、客の利便性を考えて出入り口が広く外気の出入りによる大きな熱損失がある、外部と広く接しているため昼光の影響が大きい、冷房温度がかなり低く設定されているなどであり、省エネを検討する場合以下の手法も考えることが必要である。

a) 不使用室(客室不在時)の空調の停止およびこまめな消灯

省エネの第一歩は無駄の排除である。

b) 部屋の使い方に応じて点灯区分を変更

c) 宴会場の準備および片付け時の演出照明の消灯

宴会場等特定場所の照明は、部屋の照度を保つための一般照明と、シャンデリア等の演出照明に分類される。一般照明と比較し、シャンデリア等の演出照明は電力使用量が多い。省エネのポイントは、準備および片付け時間は一般照明のみを点灯し、演出照明はこの時間帯には点灯しないことである。我国ではこれはかなりのホテルで実施されている。

d) 自然採光・昼光の利用

e) 客室清掃時の空調の停止

客室は室内設置の空調機(ファンコイル等)が停止状態でも外調機による空調がされている。そのため清掃時はファンコイルを停止しても劣悪な作業環境とはならない。また照明についてもカーテンを開き自然採光の利用を基本とし、バスルーム等のみ点灯するようにする。これらを担当部門でマニュアル化する。自主性は省エネ推進の大きなポイントとなる。

f) 空調機運転時間の見直し

g) 部門ごとの管理のマニュアル化

宿泊、宴会、飲食の担当部門ごとに省エネマニュアルを作成し、控え室の壁に掲示する等、従業員が共通の認識の下で省エネ行動をする環境を整える。

h) 厨房換気ファンの運転時間の適正

厨房の給排気ファンは一般的に調理担当者が運転している。この運転が及ぼす影響は大きく、客席を空調した空気を厨房で排気している状態が多く見うけられる。この省エネのポイントは、運転の時間をできる限り短くすることである。また、新鮮空気の取り入れ口をふさぐような行ためは、他の室内環境に悪い影響を及ぼす。

i) 外調機の温度設定の適正化

客先部門の外調機は、ほとんどのホテルが年間 24 時間運転している。客室部門の空調エネルギー使用の大小は、外調機の運転および温度設定が大きく影響する。外調機の処理温度（外気冷却温度）は、必要以上に過冷却しないことが省エネのポイントである。

j) 白熱電球を CFL に付け替え

ホテルは、24 時間稼働していることから、共用部分の照明の点灯時間は長くなる。特に、ロビー・客室のエレベータホール・廊下等の照明は常時点灯しているため、白熱球から CFL へ更新することで相当の省エネ効果を得ることができる。また、投資額も短期に改修可能である。

k) 宴会場の空調管理

宴会場の使用形態は婚礼・会合・会議等様々で、時間も間欠的ではあるが昼夜問わず使用されているケースが多い。未利用時間帯における空調の停止の徹底により大きな省エネが図れる可能性がある。

3.4.4 空調設備

(1) 空調設備に対する省エネ対策

下図に JICA 調査にて実施した各種建物用途別エネルギー消費内訳を示す。総じて空調（冷房）需要が最も大きい。事務所（オフィス）の場合は全体需要の約 1/2 である。事務所およびショッピングセンターでは次いで照明需要が大きい。

Buildings

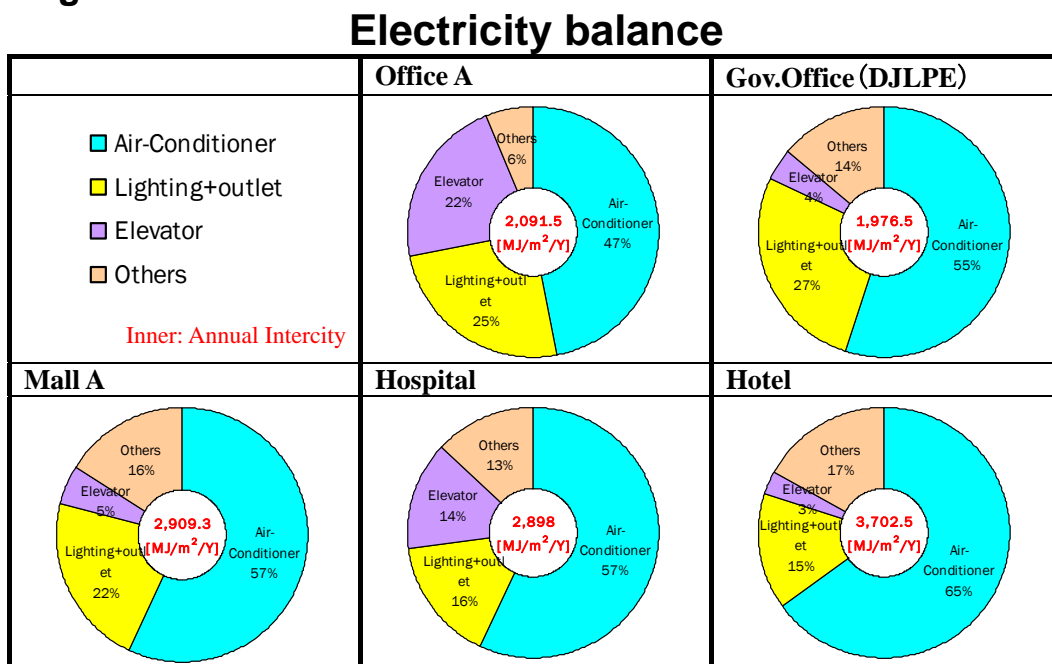


図 3.4.4-1 建物用途別エネルギー消費量内訳

## 1) 設定温度の適正化

一般に、設定温度を 1℃改善することにより、空調熱源の約 10%の省エネが期待できる。空調熱源が占める年間エネルギー消費割合が 50%とすれば、設定温度 1℃変更の省エネ効果は年間で全体の約 5% (= 50% × 10%) となる。

## 2) 取入れ外気量の適正化

一般のビル空調では室内の空気清浄度を確保するために外気が導入されており、日本の建築基準法では 1 人当たり最低 20m<sup>3</sup>/h の外気導入、室内 CO<sub>2</sub> 濃度を 1,000 ppm 以下に保つことが規定されている。一方これによる取入れ外気量の負荷は冷房負荷の 20 ~ 30%を占める。室内環境管理基準が確保できる範囲で外気量を減らせば、外気負荷が小さくなり省エネとなる。具体的には外気導入ダンパを適正開度に調節することや、予冷、予熱時のダンパ閉止、さらには CO<sub>2</sub> 濃度制御によるダンパ開閉の自動制御化といったことが省エネ対策として考えられる。

## 3) 窓ガラスからの侵入熱量の低減

日射による外壁の熱負荷は、夏の冷房負荷全体の約 1/4 であり、この中で窓ガラスの負荷（窓から侵入する熱＝太陽の直射熱とガラスからの熱伝導）は約 75%を占める。したがって、外壁の負荷を削減しようとする場合には、窓ガラスからの侵入熱量を低減することが有効である。この侵入熱量を低減する方法を次に示す。

## a) 多層ガラスの使用

二重ガラス、三重ガラスを使用し、ガラスの間隔のあるものを用いることで、窓ガラスの熱貫流率が小さくなり、侵入熱量を相当に低くすることができる。

## b) ブラインド、カーテン等の使用

日射のある窓ガラスをブラインドやカーテンなどで遮断すれば、直射熱が遮断でき侵入熱量は 15 ~ 20%に低減する。また、ブラインドは窓ガラスの外側に設置するほうが効果は大きい。

## 4) 冷凍機の効果的運転

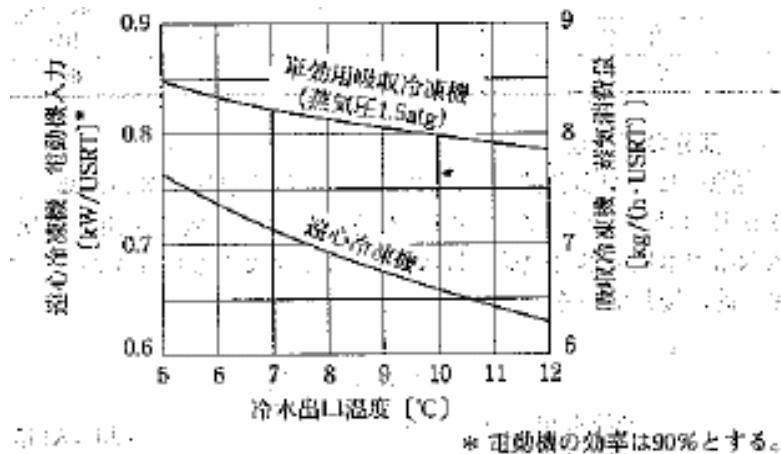
冷凍機の温度制御は季節特性や部分負荷特性を考慮して、次のように行うとよい。

## a) 冷水温度制御は出口温度制御とする。

## b) 冷却水温度をできる限り低くする。

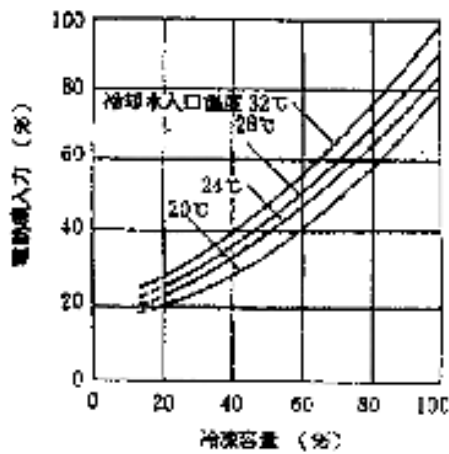
冷凍機は冷水出口温度を高くするほど、所要入力は減少する（図 3.4.4-2）。しかし、冷水出口温度を上げることは、空調能力の低下となるので、全負荷時にはできない。負荷が少ない運転時に冷水出口温度の設定値を上げることにより省エネが達成される。遠心式冷凍機、吸収冷凍機の効率は図 3.4.4-3、図 3.4.4-4 に示すように冷却水温度が低いほど高く、省エネ運転とな

る。



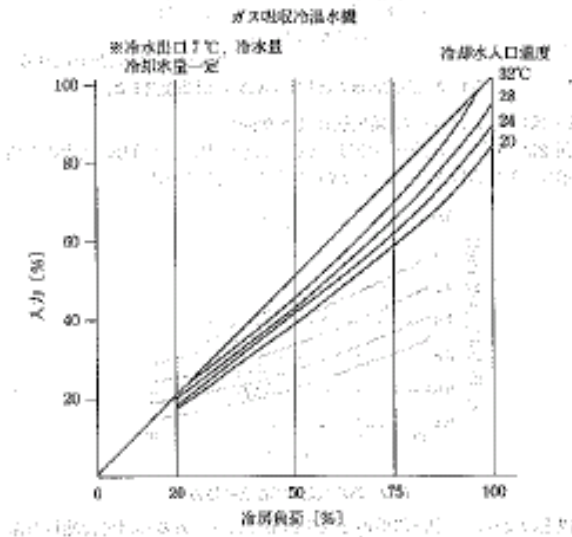
出典；ECCJ省エネ手帳 2007

図 3.4.4-2 冷凍機の冷水出口温度と電動機入力の関係



出典；空気調和衛生工学便覧

図 3.4.4-3 遠心式冷凍機の冷却水温度と電動機入力の関係



出典；ECCJ 省エネ手帳 2007

図 3.4.4-4 吸収冷凍機冷却水温度入力の関係

5) 冷水、冷却水温度調節

ターボ冷凍機の入力エネルギーは、主に冷媒の蒸発温度と凝縮温度、したがって、冷水型の場合では取り出し冷水温度によって左右される。このような冷凍機の性質から、冷凍機出口冷水温度または冷媒の蒸発温度は、空調空間の温湿度条件の許す範囲でできるだけ高くすることが、冷凍機自体の効率向上につながる。一方、空調負荷が同一条件の場合は、冷水温度や蒸発温度を高くすると、空調機のコイル列数の増加を必要とし空調機流量が増える。これはポンプ動力の増加となって冷凍機側の省エネ効果と相反する結果を生ずるので、両者の関係を十分検討する必要がある。ちなみに、空調用全動力に占める冷凍機動力の効率が高い某ビルについての試算によると、送水温度を5℃から8℃に高めた場合、全消費エネルギーは約3%低減する結果が得られている。

また同様に、凝縮温度の低下による省エネ効果を得るには、冷却塔による冷却水温度の低下を必要とし、冷却塔送風機動力が増加するため、冷凍機システムにおいては主機のみでなく、冷却塔その他の付属設備の入力を考慮したシステム全体としての省エネを図る必要がある。

6) 冷凍機の台数制御

冷凍機の年間平均負荷率は、一般的に40～50%程度と言われている。遠心冷凍機単体のCOPの最も高い負荷率は75%前後であり、年間の負荷率との関係においてできるだけ最高効率に近い状態で運転できるような台数分割が望ましい。もし同容量の冷凍機が2台設置されている場合は、50%負荷を境にして、負荷率の低い場合は1台運転、負荷率の高い場合は2台運転と、台数制御を行うことにより、総合的に効率を向上させることができる。その結果、仮に2倍の容量の冷凍機1台運転とした場合に比べて省エネになる。

台数制御の方法として遠心冷凍機の入力電力値による方法がある。これは熱量による方法と違って、冷凍機の負荷状態を最も端的に表すパラメータとして最適である。

冷凍機自体の持つ冷水出口温度の検出によるベンチコントロール（比例制御）を活かしながら、極力少ない台数で運転する方法を考えると、電流値の他に冷水出口温度設定値+2.0℃程度で台数を増やす方法が望ましい。

また、負荷が減少してきた場合には、電流値の他に冷水入口温度の検出で運転台数を減少させる。複数台分割された冷凍機は冷凍機運転時間の平均化を狙って優先順位のローテーションを行うことが望ましい。

#### 7) 熱交換器チューブの洗浄

ターボ冷凍機は長時間使用していると、冷却水系チューブ（伝熱管）にスケールが付着し、電力使用量が増加したり、運転に問題を生じる。定期的な凝縮器チューブの薬品洗浄により、消費電力の低減を図り、また安定した運転と機器の延命を図ることが大切である。

#### 8) 水質管理

冷凍機の故障で最も重大なのは、機内に水分が入ることである。冷媒中に浸入した水分は、冷媒を加水分解させ、機内の発錆、電動機の絶縁破壊などの原因となり、その復旧には多くの時間と費用が必要となる。機内への浸水要因の一つとして、水質汚染による腐食が挙げられる。水質管理の標準値としては(社)日本冷凍空調工業会制定の基準が一般的である。

水質管理は、定期的な追跡が重要であり、開放系冷却水は特に水の濃縮に注意が必要である。この場合、薬注処理をしてPH値、電気電導度をモニタリングしながらブロー装置を働かせることにより、濃縮倍率を8倍位まで上げられる。このことにより、冷却水補給水量を大幅に減少させることができる。具体的管理としては、濃縮管理と薬剤濃度管理が挙げられる。

#### 9) 気密の維持管理

ターボ冷凍機において、気密の保持は重要な管理である。気密が悪化すると機内に空気が侵入し、凝縮圧力の上昇を伴い電力を浪費する。機内への空気の混入は、長期間停止後の再起動において、凝縮器高圧のトリップで運転不能な状態に陥ることもある。また、混入した空気中の酸素による腐食の発生、あるいは、空気中の水分による冷媒の加水分解が進み、酸を形成したりする。

冷媒の圧力と凝縮（飽和）温度との間には一定の相関関係があり、冷媒の圧力を測定して、冷媒の飽和温度と実際の圧力との差を見比べ、空気混入のチェックを行う。この時、測定圧力の相当飽和温度と冷媒の凝縮温度との差が1.5℃以上ある場合には、空気の漏れこみがあると考え、調査を実施する必要がある。

この他、気密テストとして窒素ガスで機内を加圧し、ガス漏れ器などで漏れ箇所を調査す

る方法や、真空テストとして真空ポンプを用いて機内圧力を 99.99kPa (750mmHg) 以下まで真空引きして、真空の効果状態をチェックし、漏れの有無を判断する方法などがある。

#### 10) 負荷を源から断つ

最近パソコンや複写機類の OA 機器が増加し、コンセント負荷も  $10\text{W}/\text{m}^2$  から  $40\text{W}/\text{m}^2$  (場合によって  $70 \sim 100\text{W}/\text{m}^2$ ) に増加している。この OA 機器の排熱が冷房負荷となるので、この排熱が室内に拡散する前に局所的に外部に放出する。

#### 11) ゼロエネルギーバンドコントロール

従来の室内温度制御は設定値を  $26^\circ\text{C}$  とすると、少しでも  $26^\circ\text{C}$  から外れると空調システムが動作する仕組みとなっている。これに幅 (バンド) を持たせて (例えば  $2 \sim 3^\circ\text{C}$ )、バンドから外れた時初めて冷房するように設定する。室温がこの範囲にある時は冷房をしない。

このエネルギーを使用しない領域をゼロエネルギーバンドと呼んでいる。この制御によれば年間を通して空調している大型ビルでも中間季の空調を省略することができる。

#### 12) 排熱利用

住宅・都市・工場の低温排熱 (都市排熱、未利用エネルギーと呼ばれる) は、量が多いものの温度が低く直接利用することはなかなか困難である。個別には冷房排熱利用、ヒートポンプへの回収による給湯加熱等に利用されているが、河川水を利用した地域冷暖房プラントで使用電氣量が約 20% 低減されたと報告もある。

また建物開口部の窓を二重窓として、ガラス間の空間に空調した後のまだ余熱が残っている空気を流し、外部からの影響を制御するシステムもある。(ベンチレーション窓)。

### (2) 空調機器の評価指標

空調機器またはシステムのエネルギーの使用状況を表す評価指標がいくつか定義されている。これらを表 3.4.4-1 に示す。エネルギー管理はこれら指標を絶えずチェックして、その値が通常値に対して正常かどうか、低下傾向にないかなどに留意すべきである。



表 3.4.4-1 空気調和におけるエネルギー利用の評価指標

評価法	基本式	期間	分母	分子	表現例
原単位評価	$\frac{\text{期間エネルギー(または負荷)}}{\text{規模}}$	月季、期年	延べ床面積 等価延べ床面積 空調面積 容積 空調容積	空調負荷 二次エネルギー 一次エネルギー エネルギー資源	延べ床面積当たり年間一次エネルギー消費量 エネルギー原単位 エネルギー予算 (MJ/m <sup>2</sup> ・年) (GJ/m <sup>2</sup> ・年)
		時	床面積 外表面積 容積	貫流熱量 空調負荷	外壁総合熱通過率 (kcal/m <sup>2</sup> ・h・°C) (W/m <sup>2</sup> ・°C)
効率評価	効率 $\eta = \frac{\text{出力エネルギー}}{\text{入力エネルギー}}$	時月季、期年	二次エネルギー 一次エネルギー	空調負荷 二次エネルギー	期間ボイラー効率 $\eta = \frac{\text{冬季出力(負荷)合計}}{\text{冬季入力エネルギー合計}}$
	成績係数 $\text{COP} = \frac{\text{出力エネルギー}}{\text{入力エネルギー}}$		二次エネルギー 一次エネルギー エネルギー資源	空調負荷 室負荷(除去熱量)空調機(コイル)負荷(実) 空調機(コイル)負荷(仮) 熱源負荷	熱源負荷エネルギー成績係数 $\text{COP}_{\text{HS-n}} = \frac{\text{熱源出力}}{\text{エネルギー入力}}$

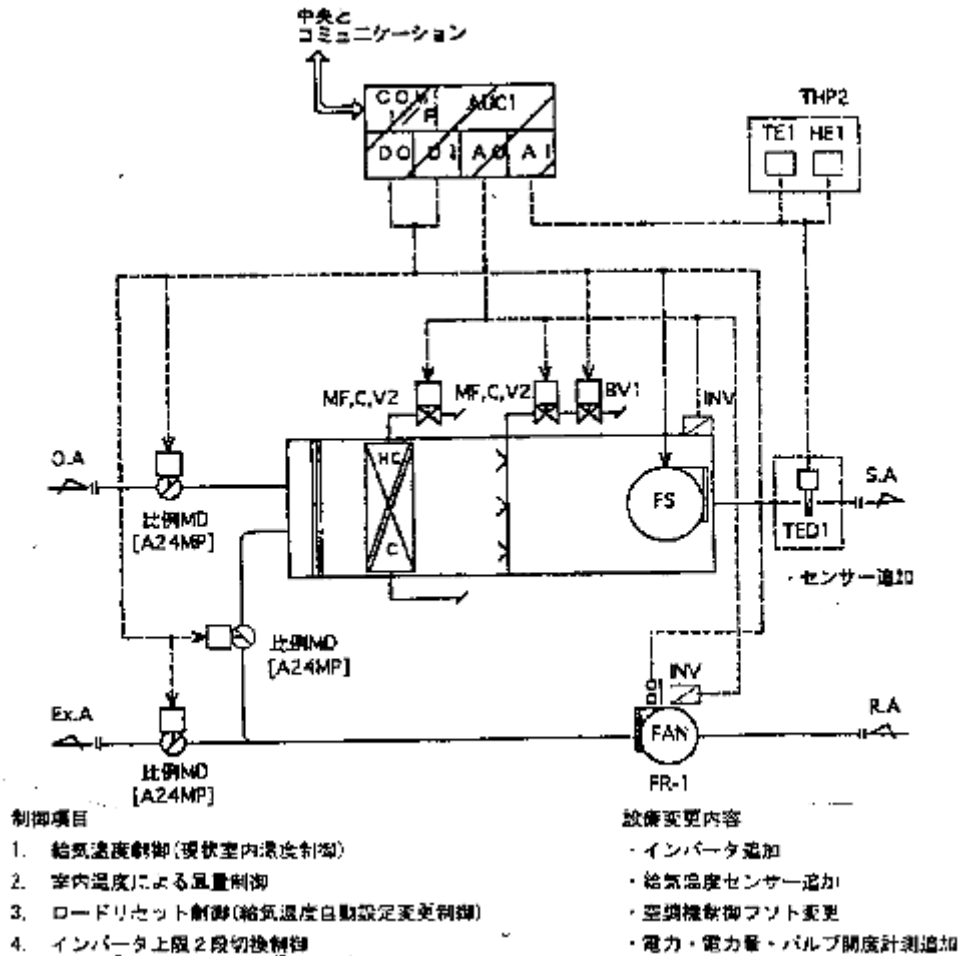
### 3.4.5 搬送設備系の省エネ

#### (1) 送風系搬送システム制御

##### 1) 送風量制御

定風量空調システムにおいて、①居室の温熱環境維持に必要なエネルギー（冷風、温風）の供給に余裕がある。②室内給気に一定の割合で含まれる新鮮外気の導入量に余裕がある場合、ファンにインバータ装置などを付加して回転数制御を行い、ファン動力を削減することが可能である。

一般的には、温度要素により風量（モータ回転数）を決定し、必要により CO2 濃度などによる補正やバックアップを実施する。また、室内の気流速が低下することによる室内温度分布のアンバランスや、換気回数の低下による浮遊粉塵の増加等に留意して、最低回転数のリミットを設定することが必要となる（図 3.4-5-1）。



[出典：「ビルエネルギー総合管理手法」{社} 日本ビルエネルギー総合管理技術協会 2000]

図 3.4.5-1 インバータ制御事例

## 2) VAV 制御

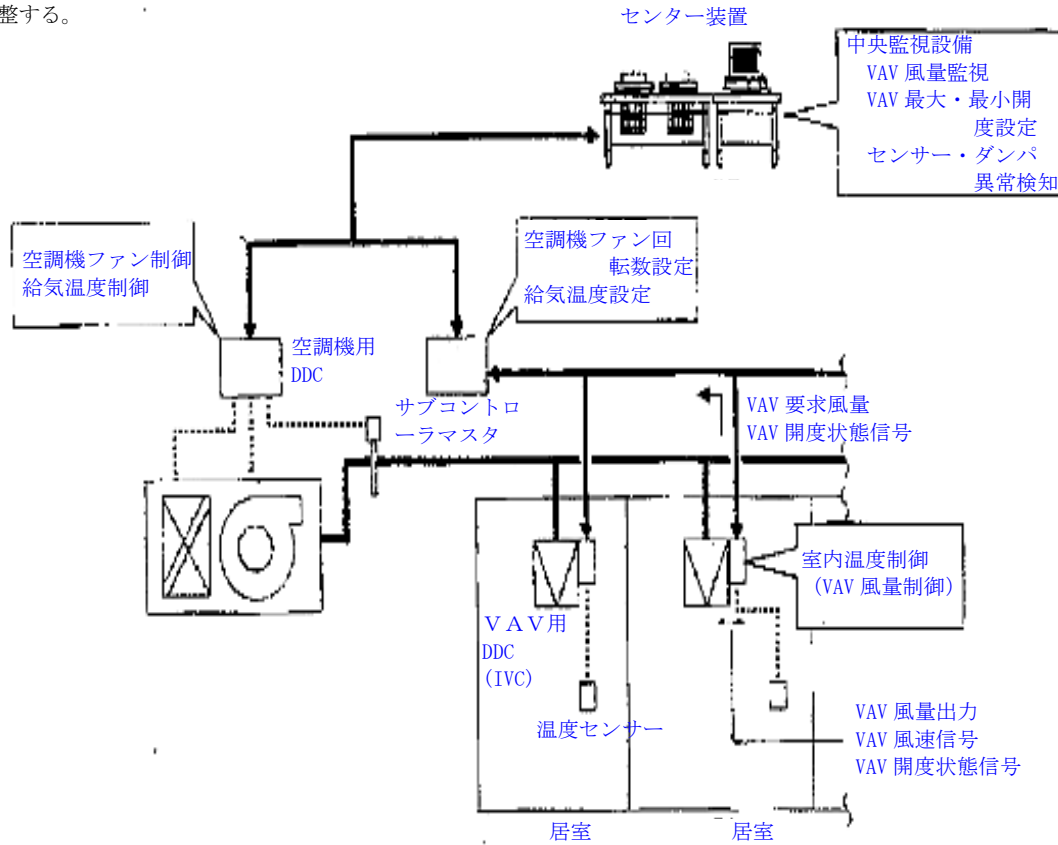
VAV システムは、VAV ユニット毎に温度制御を実施することにより、木目細かな空調負荷対応を目的としたシステムである。各 VAV ユニットは、給気風量を制御することで室内温度を一定に保つ。一方、VAV ユニットに冷(温)風を供給する空調は、各ユニットが必要とする温度の空気を過不足なく供給することが求められるが、給気温度と必要給気量は相互に影響する。VAV ユニットは、温度センサーにより VAV 開度を制御するが、必要給気量は室内負荷にのみ依存するのではなく、空気質を確保するための外気量を考慮する必要がある。

空調の制御は、最適な給気温度と給気量を決定する制御が求められる。図 3.4-5-2 は制御事例である。ここでは、各 VAV ユニットの要求風量によるフィードフォワード的な制御と、VAV ユニットの開放状態信号によるフィードバック的な微調整により、VAV ユニットにおける圧損を最小とする最適送風制御を実行している。また、熱源側において送水温度変更等の省エネ制御を併用する場合には、送水温度変更による省エネと搬送動力による省エネが相互に影響することを考慮して個別に制御する必要がある。

● システム概要

・各 VAV の要求風量の合計値に応じて、フィードフォワード的に空調機のファン回転数（インバータ）を制御するとともに、VAV の開度状態に応じてフィードバック的に微調整する。

・季節や設備の違いに応じて、省エネ（ファン回転数制御）優先させたり、快適性（給気温度制御）を優先させたりといった設定が可能である。



[出典：「ビルエネルギー総合管理手法」{社} 日本ビルエネルギー総合管理技術協会 2000]

図 3.4.5-2 VAV 制御

3) 換気設備のその他省エネ管理

- 換気搬送動力の低減  
便所・湯沸し室・倉庫・機械室などで不要な場合は換気を停止する。
- 換気機器の保守  
ファンベルトの点検・保守を行う。
- 換気負荷の低減  
喫煙制限・喫煙室の設置・空気清浄機装置の設置により外気取り入れ量の低減を図る。
- 駐車場の換気制御  
CO<sub>2</sub> 濃度やタイムスケジュールにより低負荷時の換気制御を行う。
- 空気による大量換気の代替  
変電室・機械室など、内部発熱除去のため大量換気が必要な場合は、冷房装置を設置して換気量の低減を図る。

- 機械室換気の温度制御  
機械室など一定温度以下で換気しなくてもよい場合は温度センサーを設置して換気量を制御する。
- 局所排気による換気量の低減  
燃焼器具や複写機などの空気汚染源に対し、局所換気を行い取り入れ外気量の低減を図る。
- 厨房排気フードの変更  
厨房排気フードを給気一体型とすることにより換気負荷の低減を図る。

4) 自然通風利用

ビルや工場で自然通風により冷房用エネルギーを低減することは可能である。夜間時に開口部（窓、ガラリ）から風を通し、居室や吹き抜け部の残存熱を放出する。

(2) 水系搬送システム制御

1) 送水圧力制御

熱源システムの冷温水2次ポンプは、冷温水を常に一定の圧力で各空調、ファンコイル系統に供給している。

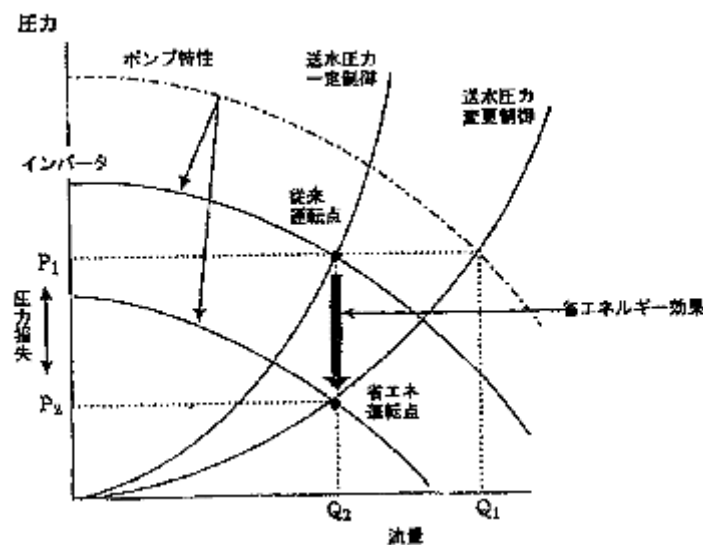


図 3.4.5-3 送水圧力制御の省エネ

この供給圧力は、最大負荷時に十分な水量を供給できるような値に設定されている。したがって、部分負荷時は、制御弁を絞ることで生じる圧力損失により系全体の圧力バランスを保っている。各システムが必要な水量を得られる最低圧力でポンプを制御することにより、ポンプを低い回転数で運転し、省エネ効果を得ることができる。(図 3.4.5-3)。

計装システムでは、各空調の負荷状態を各空調システムの調節器がバルブ開度、給気温度、室内温度等の計測値により把握し、水量の過不足情報としてセンター装置に送信する。センター

装置は、各空調系統から送られた過不足情報を基に、系全体の最適な送水圧力値を決定し、圧力制御ループのコントローラに設定値として指示する。

- 2) 流体機械・配管の効率性確保
  - ホンプの高効率の保持
  - ポンプ・管系からの水漏れの防止
  - 管水の熱損失・結露防止のための断熱効果の保持、特に冷水配管において、表面結露のために断熱性が極減することが多い
  - ポンプインペラへの異物噛み・摩擦による流量低減の回復
  
- 3) ポンプの流量制御性
  - 回転数制御（速度制御）の圧力設定点の適切性検討
  - 変流量系の場合は回転数制御採用の可能性の検討
  - 定水量冷温水系では変流量系への変換（三方弁を二方弁動作に切替）を検討
  - 適切なポンプ台数分割と運転時間の平準化（自動交互運転）を図る
  - 変速電動機のエネルギー特性のチェック
  
- 4) 流量調節と負荷の制御性
  - 過大流量の場合は回転数を低減させるか、弁・ダンパを絞るかしてエネルギー消費を阻止する。
  - 制御弁・制御ダンパサイズの適性、過大サイズは制御性を損ない、負荷側でむだなエネルギーが生じやすい。
  
- 5) 利用温度差
  - 利用温度差の拡大の可能性検討（熱交換器特性の解析が必要）
  - 搬送熱媒温度の季節設定（熱源 COP を向上）
  - 熱媒密度の増大、例えば氷スラリー搬送など（室内負荷が増大したときに活用）

### 3.4.6 制御・システム機器

#### (1) BEMS について

コンピュータの発達により、工場の自動化（FA）、事務作業の自動化（OA）に続いてビル管理の自動化が可能になってきている。このシステムにエネルギーを効率よく管理・制御できる BEMS が導入され 21 世紀型のシステムとして今後成長・展開されていくと思われます。

##### 1) BEMS の概念

BEMS は建物の使用エネルギーや室内環境データを把握し、これを基にエネルギー消費の最適、最小化（省エネ推進）を図るシステムである。最小のエネルギーによって最適な環境

を達成することを目的とする。

具体的には、計測・計量装置、制御装置、監視装置、データ保存・分析・診断装置などで構成され、表 3.4.6-1 のような従来の管理システムが統合されたものとみなされる。

表 3.4.6-1 BEMS の概念

機 能	Monitor	BA	BMS	EMS	BEMS
監視・状態表示	○	○	○	○	○
制御		○	○	○	○
計量・計測		○	○	○	○
ビル管理			○		○
エネルギー管理				○	○
エネルギー最適化					○

## 2) BEMS の機能

BEMS は図 3.4.6-1 のように統合化された構成で、その機能は次のようになっている。

### a) 監視・状態表示

- 異常・故障（遠隔監視を含む）
- 起動・停止操作
- 運転状態表示

### b) 制御

- 設備の自動化（FA、OA に対して）
- デジタル交換機による設備操作
- アメニティ環境の確保

### c) ビル管理

- LCC の低減
- メンテナンス費の低減および快適環境の提供
- メンテナンスインターバルの延長
- 設備の運転台数および運転時間の制御
- ビルセキュリティ機能の充実

### d) エネルギー管理

- エネルギー効率的管理および制御できる
- 温度、湿度、熱量、電気量のデータによって運転制御される

### e) エネルギー最適化

- 最小エネルギーで最高の環境を達成
- エネルギーの COP 管理により変動熱負荷を最適化管理
- システム全体の最適化管理
- 省エネ、コストダウンおよび CO<sub>2</sub> 削減計画

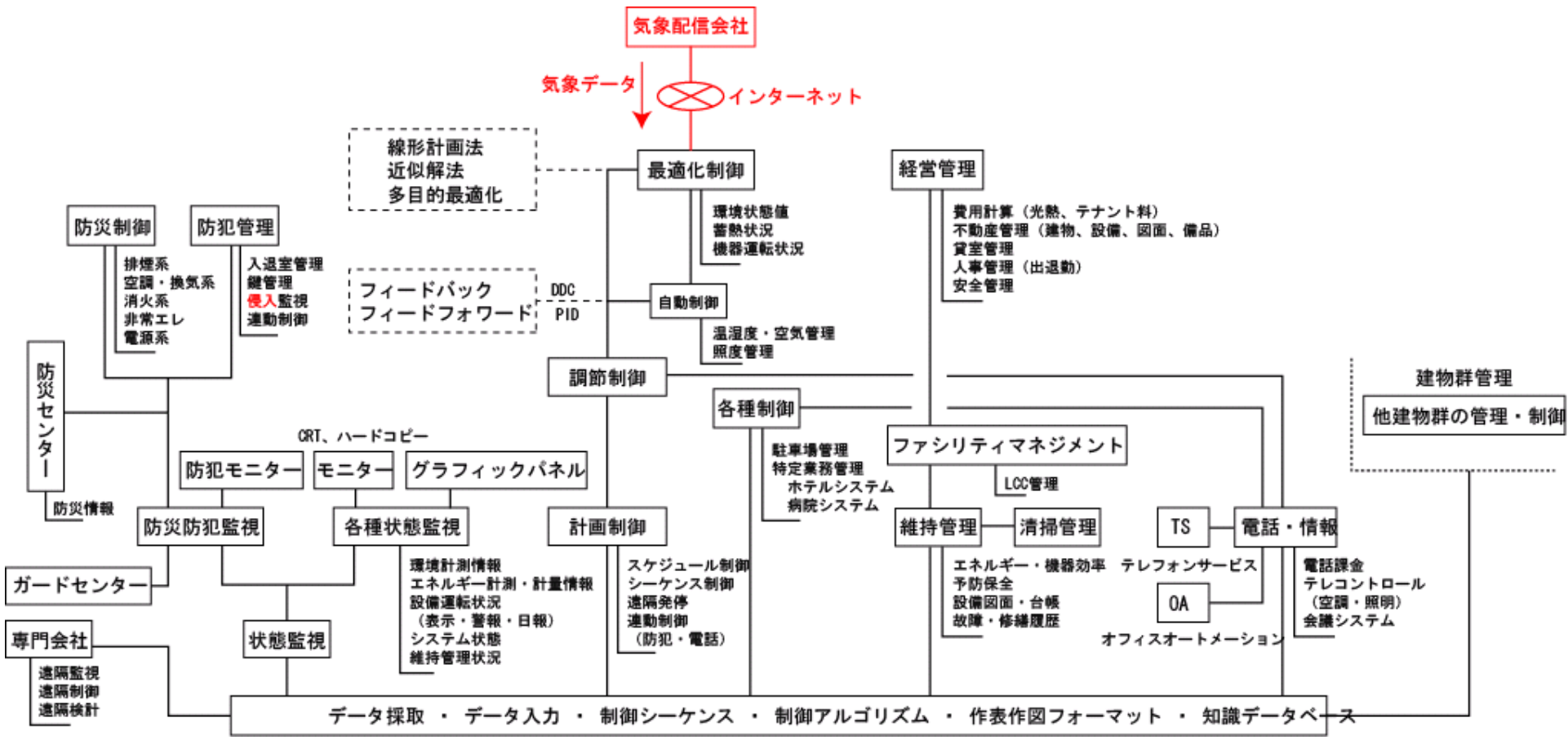


図 3.4.6-1 「統合化 BEMS の構成」

### 3.4.7 照明設備

#### (1) インバータ式 Hf 蛍光灯、自動制御

従来の磁気式蛍光灯用安定器に替わってインバータ式の蛍光灯用安定器が主流を占めてきている。点灯装置は、商用周波交流を高周波交流に変換することにより、消費電力が少なく、経済的で、光のバラツキもなく、小型・軽量などの利点を有している。

##### 1) インバータ点灯の利点

- a) ランプの効率アップ・・・蛍光灯は 40kHz 以上の高周波で点灯すると全光束が 20% 以上アップする。
- b) 安定器での損失の改善・・・高周波用のものは安定器を小型化でき損失も少なくなる。
- c) 広範囲の条件に適合できる・・・インバータ灯具は電圧 100 ~ 254 [V] (3φ440V の相電圧) で使用できるため、国内の全電圧域で使用できる。
- d) 小型・軽量・・・安定器やコンデンサーなどを小型・軽量化できるので点灯装置全体も小型・軽量化され、施工性が良く、豊富な照明デザインも可能です。
- e) 調光が容易・・・光の強さを連続的に調整できる調光コントローラ、照度センサーあるいはタイムスイッチなどを組み合わせた照明制御システムとすることによって、昼光の量、使用目的あるいは時間帯によって蛍光灯の光の量（照度）を容易に制御することができる。
- f) 3種類の蛍光灯が使用できる・・・インバータ式安定器には、Hf 灯 (T8)、従来のラピット磁気式安定器用蛍光灯 (FLR)、グロー磁気式安定器用蛍光灯 (FL) も使用できるものもある。

##### 2) 自動調光システム

- a) システムの概要・・・Hf 蛍光灯は、従来型と比較して省エネ性が格段に向上しており、さらに調光制御も可能である。調光制御により発射光束を任意に変更し、変化する居室の環境に適切に、効率よく対応できる特徴を持っている。

消費電力は発射光束の量に比例するため過剰な照度を抑え、省エネに貢献できる。

- b) 調光制御

あらかじめ設定した明るさに維持するよう各エリアの調光器具に取り付けられた照度センサー・人感センサー信号、タイマーからの指定時刻入力信号やワイヤレスリモコンからの信号などにより行う。なお、HF 蛍光灯と調光制御により 50%以上の電力量削減が可能となるケースがある。（図 3.4.7-1 参照）



## Typical energy conservation case

### ■ Hf fluorescent lamp ■

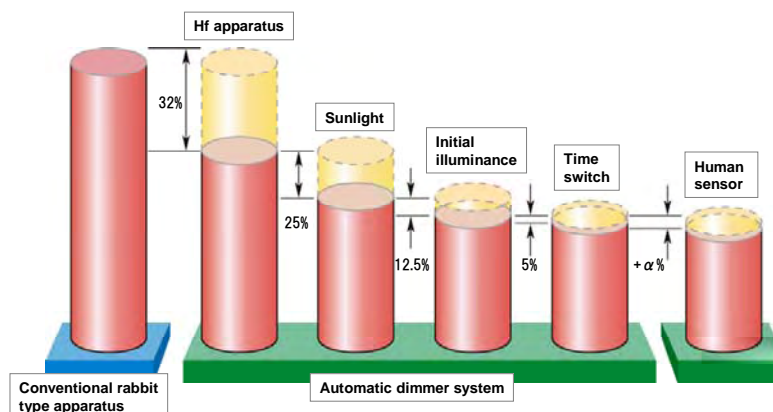


図 3.4.7-1 Effect of Energy Conservation by Mode

#### (2) 高効率蛍光ランプ、反射板

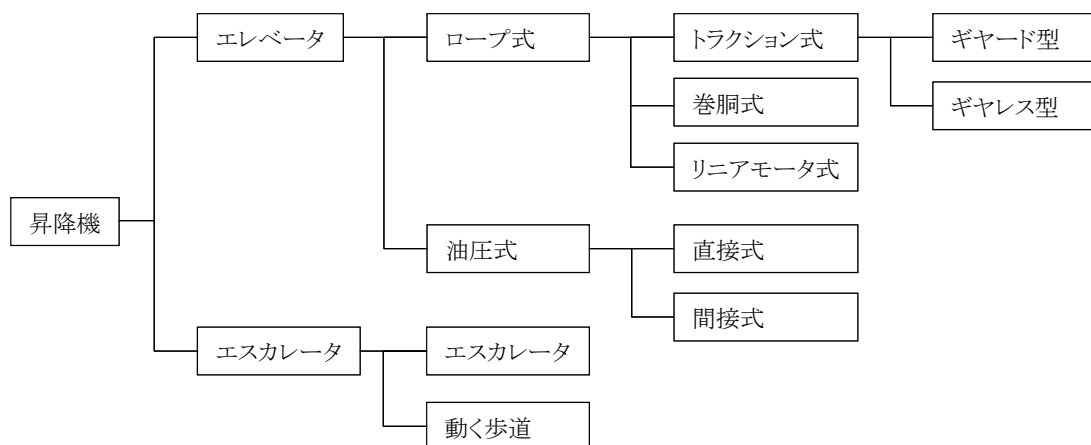
「イ」国ではまだ余り普及していないが、高効率蛍光ランプ（T8、Hf）の採用、および鏡面反射板の付加はそれぞれ 10%、45%程度の省エネポテンシャルを持つ。他国では普及しつつある技術であり、比較的投資額も小さい省エネ策のため、市場の成熟度を見つつ導入を検討していくべき手法と考える。

### 3.4.8 昇降機

#### (1) 昇降機の種類

昇降機の駆動方式から見た分類を図 3.4.8-1 に示す。エレベータではロープ式エレベータと、油圧で押し上げる油圧式エレベータに大きく分けられる。ロープ式では、最も普及しているトラクション式のもの、網車にロープを巻き取る巻胴式のもの、つり合いおもり側に設置したリニアモータで推進力を発生し、ロープを介したかごを駆動するリニアモータ式のものも開発されている。

エスカレータでは、踏段を常に水平に維持する構造のエスカレータ、前後の踏段に段差を設けない構造動く歩道に分けられる。



[出典：「設備の管理運用によるオフィスの省エネ」社]日本ビルエネルギー総合管理技術協会{H8}

図 3.4.8-1 駆動方式からの昇降機分類

(2) エレベーター

1) 制御技術の変遷と省エネ

一般に、エレベータは速度により中低速エレベータ(速度 105m/分以下)と高速エレベータ(速度 120m/分以上)に分類される。制御技術面からみたロープ式エレベータの変遷を表 3.4.8-1 に示す。

表 3.4.8-1 ロープ式エレベータの制御方式の変遷

定格速度 (m/分)		1,900	71	75	85	2,000
						100
中低速エレベータ	30 以下	交流 1 段速度 (歯車減速機付)	交流帰還制御 (歯車減速機付)		インバータ制御 (歯車減速機付、電力回生無し)	
	45 - .60	交流 2 段速度 (歯車減速機付)				
	90 - 105	ワードレオナード制御 (歯車減速機付)				
高速エレベータ	120 - 150	ワードレオナード制御 (歯車減速機無し)	サイリスタレオナード制御 (歯車減速機無し)		インバータ制御 (歯車減速機付/無し、電力回生付)	
	180 - 240					
	300 以上				インバータ制御 {歯車減速機無し、電力回生付}	

[出典：「設備の管理運用によるオフィスの省エネ」社]日本ビルエネルギー総合管理技術協会{H8.3}

2) インバータ制御化による省電力

エレベータの制御技術の進歩により、電力利用効率の向上は目覚しく、ロープ式・油圧式

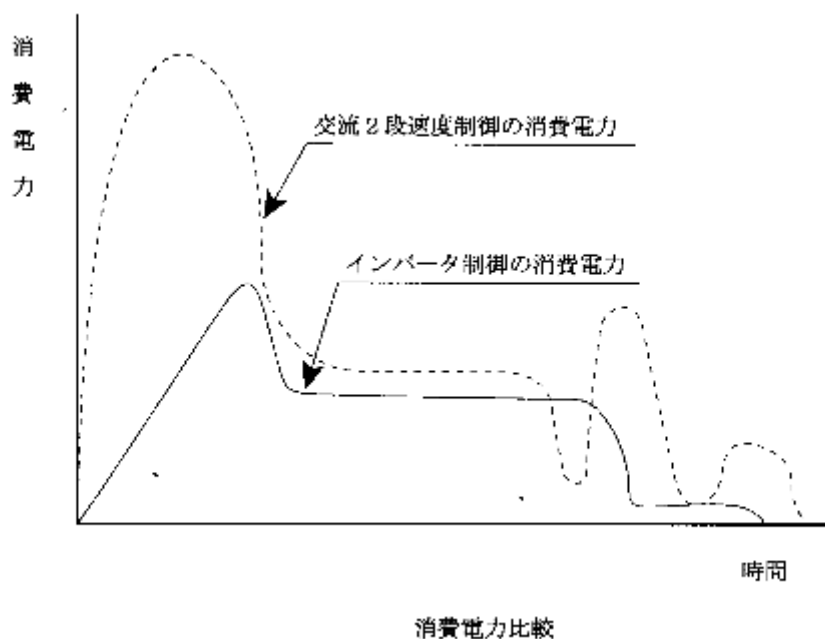
とも様々な省エネ化の技術が取り入れられてきた。特にインバータ制御方式の実用化は、各駆動方式において電力消費量を飛躍的に低減可能にするものであった。したがって、既存エレベータの制御方式をインバータ制御化することにより、電力消費量の大幅な低減が期待できる。

表 3.4.8-2 に既存エレベータ低減率を、図 3.4.8-2 に消費電力の比較を示す。の各制御方式に対する、インバータ制御化した場合の電力消費量の

表 3.4.8-2 インバータ制御化による電力消費量の低減率

駆動方式	既設制御		インバータ制御化
ロープ式	中低速	交流 1 段速度制御	50-60%
		交流 2 段速度制御	
		交流帰還制御	
	高速	ワードレオナード制御	30-40%
		サイリスタレオナード制御	5-10%
油圧式	電磁弁流量制御	40-50%	
	LM 制御 (Landing time Minimizing)	15%以上	

出典：「設備の管理運用によるオフィスビルの省エネ」{社旧本ビルエネルギー総合管理技術協会{H8.3}}



出典：「設備の管理運用によるオフィスビルの省エネ」{社旧本ビルエネルギー総合管理技術協会{H8.3}}

図 3.4.8-2 インバータ制御の電力消費パターン

3) エレベータの消費電力の計算法

エレベータの消費電力は、エレベータの主要設計項目から、表 3.4.8-3 に示す式で電動機出力を求める。この電動機出力 P 値は、実際に設備された電動機の定格出力より若干小さ目

になることが多いが、その差を無視して、この P 値に基づき各制御方式に相当する電力消費量を算定することになる。

表 3.4.8-3 消費電力の概略計算式

消費電力量の概略計算式  $P = L \cdot V \cdot F / 6,120\eta$   
 電動機出力  
 P: 電動機出力[kW]  
 L: 定格積載荷重[kg]  
 V: 定格速度[m/分]  
 F: つり合い重り重量の不均衡率 (通常; 0.5)  
 η: エレベータ総合効率

- 歯車減速機無し巻上機; 0.7 ~ 0.75
- ウォーム歯車減速機付巻上機; 0.5 ~ 0.6

区分	制御方式	概略計算式
中低速	交流帰還制御(マイコン式)	$W = 0.36 \times N / 2,000 \times P \times T$
	インバータ制御(回生無し)	$W = 0.18 \times N / 2,000 \times P \times T$
高速	ワードレオナード制御	$W = (0.1 + 0.26 \times N / 2,000) \times P \times T$
	サイリスタレオナード制御	$W = 0.26 \times N / 2,000 \times P \times T$
	インバータ制御(回生有り)	$W = 0.24 \times N / 2,000 \times P \times T$

W: 1日当たりの消費電力量(kWh/日)  
 N: 1日10時間当たりの起動回数  
 P(kW): 電動機出力(上記計算で求めた値)  
 T: 1日当たりのエレベータ稼働時間(hr/日)

注1 試算式の「N/2,000」とは、1日10時間の標準エレベータの実績から割り出した、多少多めの数字を示す

注2 電動機の効率(出力/入力)は概略計算に折込みずみ  
 設備の管理運用によるオフィスビルの省エネ(H8.3)  
 (社)日本ビルエネルギー総合管理技術協会

出典:「ビルエネルギー総合管理手法」{社}日本ビルエネルギー総合管理技術協会 2000

4) エレベーターのエネルギー管理

a) マイコン制御

従来、エレベータ制御盤内の運転制御部分を電磁継電器で構成していたものを、高性能のマイクロコンピュータで構成することにより、エレベータの運転性能向上や機器の高性能、長寿命化が図られただけでなく、消費電力についても5%程度低減される。

b) インバータ制御

パワーエレクトロニクスの結晶であるインバータ制御を採用することにより、図 3.4.8-2 に示すように、交流2段速度制御と比較し、消費電力を50%低減できる。また、インバータ制御により、着床性能が改善されると共に、効率のよい制御で乗り心地の向上と走行時間の短縮が実現できる。

c) 照明の自動消灯

照明の自動消灯は、エレベータの利用者がいなくなった後、一定時間後にかご内照明を消灯し、新たな呼びが発生すると再点灯する仕組みである。この装置は利用者が殆どいない休日・夜間や、平日の閑散時間帯に省電力効果がある。しかし、呼びが発散するところや利用頻度の高い時間帯は、管球の寿命を縮めるので避けた方がよい。

d) 階段利用の促進

フロア間の往來の多いセクションは、なるべく上下階を近接して階段を利用することにより、エレベータの運転回数が削減される。

e) 群管理運転改善

エレベータが複数台設置されている場合、1台毎に単独運転になっているビルでは、1人の利用者が複数のホール釦を登録する等による無駄運転が発生しやすい。単独管理から複数台群管理制御を行うことにより、各エレベータが効率よく運転されるため、無駄な運転が少なくなり省エネを図ることができる。さらに、ダンゴ運転や無駄運転が減少し、平均待ち時間の短縮等サービスが向上する。

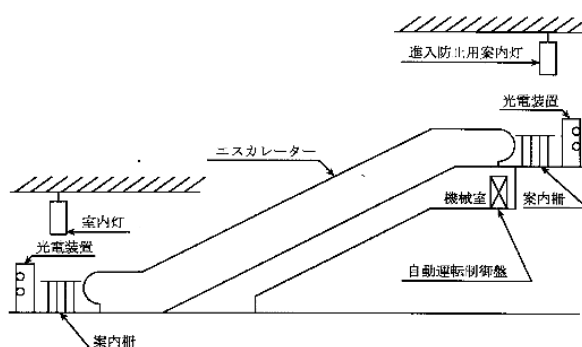
(3) エスカレーター

1) エスカレーターのエネルギー管理

a) 自動運転装置の追加

近年、乗客の乗り込みを光電装置などで検出し、乗客がいない状態ではエスカレーターの運転を休止する自動運転方式が、主に鉄道の駅などの都市交通向けとして、年々需要が高まってきている。図 3.4.8-3 にエスカレーター自動運転の概要を示す。

乗客の有無を光電装置または赤外線センサーなどで検出して、エスカレータに運転・停止の指令を発し、乗客がいない場合の空運転を無くするものである。人の集散の激しい駅用では、交通需要により異なるが、連続運転に比べ 20～30%の省電力効果が期待できる。



出典：「設備の管理運用によるオフィスビルの省エネ」  
 {社}旧本ビルエネルギー総合管理技術協会{H8.か}

図 3.4.8-3 エスカレーターの自動運転制御

**b) 省電力運転装置の追加**

以上とは別に、エスカレータの設置台数が多く、省電力の要求が高いデパートやショッピングストアなどの店舗では、エスカレータは円滑な人の流れを形成するための重要な機能を果たしており、間欠運転では心理的に入の流れを阻止することから、自動運転方式は問題がある。このため、主として店舗に納入されるエスカレータを対象に、省電力効果は自動運転方式より少ないが、運転を継続したままで省電力を達成する方式として、Y-Δ自動切替え省電力装置がある。

Y-Δ自動切替え方式は、エスカレータの運転を継続したままで、かつ付帯設備が不要で比較的簡単な制御により省電力が可能であり、負荷に応じて誘導電動機の固定子巻線 Y 結線と Δ 結線に自動的に切り替える省電力運転装置である。

**(4) 昇降機のエネルギー管理の実務**

エレベータのエネルギー消費状況は、建物個々の利用条件による交通需要が千差万別であり、一般的な基準値を設けることに無理がある。したがって、その建物に使用されるエレベータの運用・管理実態等に基づいた、エネルギー消費量の計測値あるいは算定値をみて、低減の目標値を設定することになる。エレベータの省エネを図るためのポイントは、起動回数、あるいは運行回数を減らす手段に着目することである。この場合、起動回数を減らせば運行時間も短くなり、相乗効果も期待できる。

しかし、省エネ効果を追求する余り利用者側にサービスが低下したことを意識させてはならない。例えば、複数設置のエレベータバンクにおいて、間引き運転を実施した場合、待ち時間が延びてサービスが低下すると、省エネ効果を遥かに上回る業務上の損失が生じることもあり、運行管理との調整が重要となり注意を要する。