

業務用ビルの省エネルギー対策とその削減効果について

1 はじめに

東京の最終エネルギー消費は、平成8年度（1996年度）には全国の約5.4%を占め、近年、増加を続けており、業務用ビルや家庭などの民生部門及び運輸部門の比率が高く、伸びが大きいことなどが特徴となっています。このため、地球温暖化などの地球環境問題やヒートアイランド現象が深刻化しています。また、今後のエネルギー需要は、都市活動の24時間化や情報機器等の増加などライフスタイルの多様化により民生部門、運輸部門を中心に増加することが予測されています。

こうした事態に対処していくため、都民や事業者の省エネルギーの一層の推進など、需要者サイドでの取組を積極的に推進していくことが強く求められています。こうした中で都内において最もエネルギー消費量の伸びが著しい業務部門では、省エネルギーシステム等の普及が図られていますが、業務用ビルの建設、改修に際して、省エネルギー対策は、技術情報の不足や初期投資の問題（ライフサイクルでの費用を十分に考慮していない）などにより採用されない傾向も見受けられるなど、十分とはいえない状況にあります。

そこで、当研究所では、都のエネルギー施策に資するため、東京の業務用ビルを対象に、省エネルギーに有効な対策及びその推進方法に関する調査を行いました。

2 調査方法

本調査は、東京の業務用ビルを想定した基準モデルに、省エネルギー対策を導入した効果を、主にシミュレーションにより算出し、費用対効果や業務用ビルに関連する事業者へのアンケート結果などを考慮したうえ、評価したものです。

表1 事務所ビルの基準モデル

No.	規模：階数	事務室方位	空調熱源方式
1○	大規模：	南北	個別熱源 [電気・ビル用マルチパッケージ]
2○	延床面積9,912㎡		中央熱源 [電気・空冷ヒートポンプスクリーチャー]*
3	地上10階、地下1階		中央熱源 [ガス・吸収式冷温水発生機]
4○	中規模：	南	個別熱源 [電気・ビル用マルチパッケージ]
5○	延床面積3,369㎡		中央熱源 [電気・空冷ヒートポンプスクリーチャー]*
6	地上6階、地下1階		中央熱源 [ガス・吸収式冷温水発生機]
7		北	個別熱源 [電気・ビル用マルチパッケージ]
8			中央熱源 [電気・空冷ヒートポンプスクリーチャー]
9			中央熱源 [ガス・吸収式冷温水発生機]

表2 商業ビルの基準モデル（延床面積14,112㎡ 地上3階、地下1階）

No.	地域	空調熱源方式
1○	都心	個別熱源 [電気・ビル用マルチパッケージ (空冷ヒートポンプ)]
2		中央熱源 [ガス・吸収式冷温水発生機] (空調システム：セントラル外気調和機+FCU)
3○		中央熱源 [ガス・吸収式冷温水発生機]* (空調システム：各階空調機単一ダクトCAV)
4○	郊外 (多摩地域)	個別熱源 [電気・ビル用マルチパッケージ (空冷ヒートポンプ)]
5		中央熱源 [ガス・吸収式冷温水発生機] (空調システム：セントラル外気調和機+FCU)
6○		中央熱源 [ガス・吸収式冷温水発生機]* (空調システム：各階空調機単一ダクトCAV)

表1、表2ともに○印のモデルで省エネルギー対策のケーススタディを実施
 (*表1、表2ともに蓄熱槽のケーススタディは電気熱源モデルを設定して実施)

1次エネルギー消費量算出手法

空調一年間空調システムシュミレーションプログラム (HASP/ACLD/8501~ACSS/8502 (建築設備士協会によるもの。非定常伝熱計算を基に、現在使用されている熱源や空調システムをほとんど網羅している汎用性の高いプログラム。同種の解析ツールとしては最も良く利用され、実績をもつ。)) を使用した。

空調以外 (照明、コンセント、換気、エレベーター、衛生設備、その他)

一全負荷相当運転時間法 (機器のエネルギー消費量の年間積算値を機器の定格入力 of エネルギー換算値で割って得られる時間に設備容量を与える方法) を使用した。

表3 評価の対象とした省エネルギー等の対策 (事：事務所ビル、商：商業ビル)

中央熱源		個別熱源		対策手法	概要
新築	改修	新築	改修		
事	事	事	事	高効率照明	Hf蛍光灯の採用 (照明原単位25W/m ² →20W/m ²)
事	事	事	事	照明制御	昼光利用。窓際2列の照明を机上面照度500 lxを満たすよう、連続調光。商業ビル売場部分はタイムスケジュールによる制御
事				低速搬送	圧損減。空調コイル通過風速2.5m/s→2.0m/s
事	事			VAV/VWV	風量ユニットをCAV (定風量) →VAV (変風量)、同時に、二次ポンプをCWV (定流量) →VWV (変流量)
商	商			CO/CO ₂ (換気量) 制御	室内人員密度に応じて必要換気量に外気導入量を制御 (50%に絞る) すると同時に、駐車場の換気量を制御 (50%に絞る)
商	商	商	商	全熱交換器	外気取り入れに全熱交換器を採用
事	事			蓄熱槽 (高効率運転)	深夜電力を利用した水蓄熱槽設置 (22時より10時間熱源運転、50%夜間移行)。
事	事	事	事	COP・ボイラー効率向上	熱源のCOPを10%向上
事	事			ファン・ポンプ効率向上	効率を10%向上
事				台数制御	熱源台数を事務所ビル (大規模) 1→2台、商業ビル 2→3台にそれぞれ分割。
事				外気冷房	中間期 (春秋) 及び冬期に外気が有効な状態で全外気冷房運転 (外気導入量の増大)

表4 業務用ビルに関連する事業者へのアンケート調査

*1社あたり3通配布

調査対象事業者	配布社数	回答社数	回収率	配布者数*	回答者数	回答率
設計事務所	33	18	54.5%	99	35	35.4%
建設会社	14	9	64.3%	42	9	21.4%
ビルオーナー	14	8	57.1%	42	13	31.0%
テナント	17	7	41.8%	51	8	15.7%
合計	78	42	53.8%	234	65	27.8%

(調査項目：省エネルギーに関する意識・要望、調査期間：平成10年11月～11年1月)

用語解説

・最終エネルギー消費

産業、家庭、業務部門などの最終消費者で消費されるエネルギー。

・個別熱源

熱源機と空調機を一体化したパッケージ型空調機を、各室単位ごと等に設置し、冷暖房する方式。

・中央熱源

熱源機器を集中させ、ここで製造した冷水、温水あるいは蒸気等を、各室単位ごと等に設置した空調機に送り、空調機で冷風・温風に熱変換してダクトで送風する方式。

・ビル用マルチパッケージ型エアコン（空冷型）

圧縮機や凝縮機などの圧縮冷凍サイクル系機器をユニット化したパッケージ空調機のうち、室外ユニットに対して複数台の室内ユニットを組み合わせたもの。比較的小型の事務所建物で多く採用されているが、最近では大型ビルへの採用例も増えている。

・空冷ヒートポンプ式エアコン（スクルーチラー）

圧縮冷凍サイクル（冷媒の蒸発により低温部から熱を奪い、大気または冷却水に放熱できる圧力まで蒸発冷媒蒸気を圧縮し、凝縮熱の形で大気などに放熱し、この際液化した冷媒を再び蒸発させ、冷凍を行うもの）を利用するヒートポンプ（熱を低温の物体から高温の物体に移動させる装置）式の熱源機。スクルーチラーは、圧縮機の区分で体積圧縮式の中の一つ。

・吸収式冷温水発生機

吸収冷凍サイクル（圧縮冷凍サイクルでの圧縮の動きを、吸収器と発生器での吸収剤と冷媒の濃縮で行わせるもの）に温水発生機能を加えたもので、冷水、温水が同一施設から取り出せるもの。熱源としては、都市ガス、LPG、石油が用いられる。

・外気調和機

空調機やファンコイルに導入する外気を一括して温・湿度調節を行う空調調和機の一つ。

・FCU（ファンコイルユニット）

室内に設置する空調用端末機器の一つで、冷温水コイル、送風機、エアフィルター等を小型のケーシングの内に納めた空気調和機。空気-水方式の空調システムに用いられ、ペリメータ（窓際）ゾーンの熱処理用に主に用いられている。

・CAV（定風量方式、Constant Air Volume System）

空調設備における空調搬送方式のひとつで、定風量で空気を供給循環する方式。最も一般的に採用されている方式である。負荷変動に対しては、給気温度を変動させて対応する。

・Hf蛍光灯（High-Frequency Fluorescent Lamp）

Hf蛍光灯はインバータ安定器および専用ランプ（32W）により構成される。従来の40W蛍光灯器具に比べ、高効率（約80%）、低騒音であり、インバータによる高周波点灯を行うためチラツキがなくなることにより、照明効率が上がる。また、銅鉄型安定器からインバータ安定器に替えることにより、機器効率も向上する。

・低速搬送（機器内低速搬送）

低速搬送は搬送動力を削減するために行う。機器内低速搬送は、熱交換を行うコイルを通過する風速を下げることで、コイル通過風速の圧損を減らし、ファン動力の削減を図る。

・VAV（変風量方式、Variable Air Volume System）

空調対象の部屋の熱負荷の変化に対応して、送風量を増減する空調方式。ファン動力の低減が図れる。

・VWV（変流量方式、Variable Water Volume System）

熱負荷の変化に対し、冷温水流量を変化させようとする方式。ポンプ動力の低減が図れる。

用語解説

・CO/CO₂ (換気量) 制御

駐車場の換気等ファンに対し、室内環境基準 (CO含有率は10ppm以下、CO₂含有率は1000ppm以下。ビル衛生管理法及び建築基準法による中央管理式空気調和設備の室内環境基準) に合うように風量制御を行い、搬送動力の低減を図る。(シミュレーションでは、COは駐車場のCO含有率、CO₂は事務室などの居室のCO₂含有率を満足させる制御を行う。)

・全熱交換器

排気と外気を熱交換させることにより、排熱を回収する。熱交換素材を通して、顕熱と潜熱を同時に交換する。

・COP (成績係数、Coefficient of Performance)

冷凍機の性能を表す指標で、その冷凍機の蒸発器における吸熱量、即ち有効な冷凍熱量を、圧縮仕事を熱量に換算したもので除した値のこと。係数が大きければ、少ない冷凍機動力で大きな冷却熱量が得られ、効率の良い冷凍機となる。

・台数制御

熱源機器を複数台構成として、熱負荷の変化に対し高効率な運転を図る方式。

・外気冷房

中間期 (春秋) 及び冬期に冷房運転となる場合に、室内外の温度差 (またはエンタルピー差) を判断して外気導入量を増大させ、これにより冷房負荷を低減すること。

・投資回収年数

$$\text{投資回収年数} = \frac{\text{イニシャルコスト増加分}}{\text{年間ランニングコスト削減分 (エネルギーコスト削減分 - メンテナンスコスト増加分)}}$$

年数の少ない方が費用対効果が高い。

3 調査結果

(1) 基準モデルの一次エネルギー消費量の推計

① 事務所ビル

総じて、空調に係わる項目 (熱源、空調機、ポンプ) が全体のエネルギー消費量の約5割を占め、最も影響が大きいことがわかりました。また、照明に関わるエネルギー消費量も1/4を占めており、まずこの2点をターゲットとして対策を施すのがエネルギー消費量削減にあたって有効であるといえます。

② 商業ビル

総じて、空調に関わる項目 (熱源、空調機、ポンプ) が全体のエネルギー消費量の約4~5割を占め、最も影響が大きいことがわかりました。また、照明に関わるエネルギー消費量は事務所より比率が大きく4割強を占めており、まずこの2点をターゲットとして対策を施すのがエネルギー消費量削減にあたって有効であるといえます。

(2) ケーススタディによる省エネルギー対策・電力負荷平準化対策の評価

① 各対策毎の主な結果

- ・省エネルギー効果及び費用対効果

[事務所ビル] 基準モデルNo.2 (大規模・中央熱源(電気))

省エネルギー対策

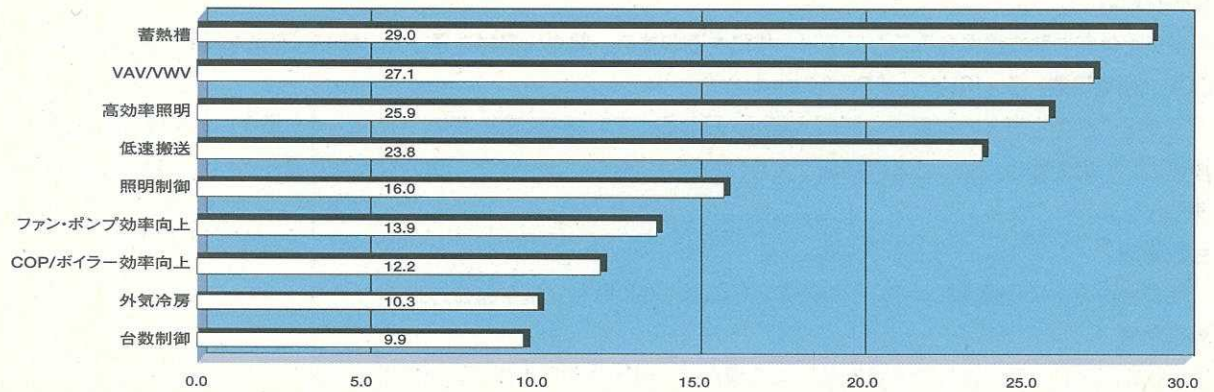


図1 一次エネルギー削減量 (事務所ビルNo2 (大規模・中央熱源))

この基準モデルにおいては、蓄熱槽、VAV/VAV (変风量/変流量方式)、高効率照明、低速搬送等が省エネルギー効果が大きいと言えます。

なお、投資回収年数の試算結果については、同モデルの新築時の場合、高効率照明、低速搬送、照明制御、蓄熱槽、COP/ボイラー効率向上、ファンポンプ効率向上が6年以下となり、費用対効果が大きいことがわかりました。

[商業ビル] 基準モデルNo.3 (都心・中央熱源)

省エネルギー対策

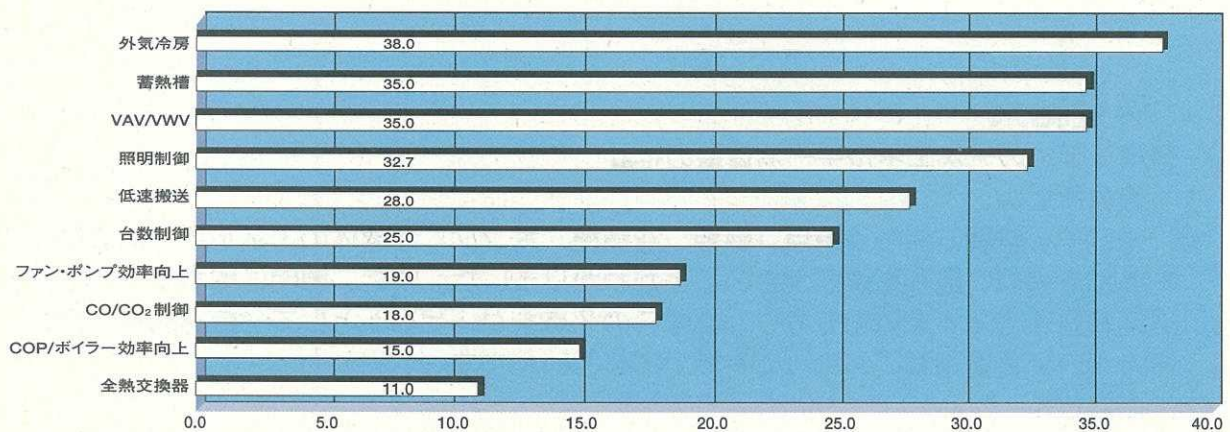


図2 一次エネルギー削減量 (商業ビルNo3 (都心・中央熱源))

この基準モデルにおいては、外気冷房、蓄熱槽、VAV/VWV、照明制御、低速搬送、台数制御等が省エネルギー効果が大きいといえます。

なお、投資回収年数の試算結果については、同モデルの新築時の場合、照明制御、低速搬送、外気冷房、VAV/VWV、台数制御、COP/ボイラー効率向上、蓄熱槽が6年以下となり、費用対効果が大きいことがわかりました。

・電力負荷平準化効果

電力負荷平準化については、中央熱源においては、蓄熱槽・低速搬送・高効率照明・全熱交換器・COP/ボイラー効率向上が、個別熱源においては、高効率照明・全熱交換器・COP/ボイラー効率向上が、それぞれ効果が高いという結果が得られました。

② 総合的対策の主な結果

事務所ビルNo.2（大規模・中央熱源）の新築時において、今回評価対象とした省エネルギー対策を総合的に導入した場合には、最大で約44%（約139Mcal/m²年）の省エネルギー化を図ることができることがわかりました。

(3) 事業者に対するアンケート調査

主な結果としては、省エネルギー対策導入について、障害となっているのは「イニシャルコストの増加」、採用の判断基準は「投資回収年数が4～6年」との回答が最も多く、また、支援施策については「補助金」及び「税制優遇」の要望が多く、エネルギーの管理や総量規制など行政指導制度の導入については、「規制基準や計量システムの問題など、運用方法に対する意見や疑問」が多く寄せられました。

4 まとめ

(1) 今回の基準モデルに対しては、総じて、蓄熱槽、VAV/VWV（変風量/変流量方式）、照明制御、低速搬送等の省エネルギー対策が有効であるといえます。

(2) 都内の事務所ビル全体へ今回の省エネルギー対策が導入されると仮定した場合を試算した結果（条件—CO₂削減：新築50%・改修40%、床面積予測：バブル後の状況で推移）、CO₂排出量が1990年レベルになるのは2025年であるとの結果が得られました。この結果を考慮すると、省エネルギー効果の大きい対策は、できるだけ早期に標準的に装備されるものとするように、行政等においては、普及啓発する必要があると考えられます。

また、アンケート調査の結果から、投資回収年数が概ね6年以下の対策は、費用対効果が高いと考えられるので、事業者等においては、積極的に導入を検討すべきものといえます。

(3) アンケート調査の結果から、省エネルギー効果は大きいものの、イニシャルコストが大きく、投資回収年数が長い対策については、費用対効果の面で導入されないことが考えられるので、初期投資の援助、税制優遇等の支援策が必要といえます。

(4) 省エネルギー対策毎の効果の評価方法については、これまで定まったものはありません。今回の基準モデルは、都内の一般的な事務所ビルを想定しており、加えて、このモデルによるシミュレーションを中心とした今回の評価方法は、コスト評価や改修時の評価も行っていますので、実際の計画・設計時の評価方法を検討する際には、ベース資料として活用できるものと考えます。

(5) 都内の事務所ビル全体への効果試算結果を、仮に東京都の全体の目標（2010年度におけるCO₂排出量を1990年に対する比率で6%削減する）¹⁾に当てはめると、ビル単体での省エネルギー対策だけではその達成は困難と思われます。

これを受けて、当研究所では、平成11年度から、都市再開発等のまちづくりにおけるエネルギー対策（省エネルギー対策、新エネルギーの導入・活用等）について、有効な対策及びその導入方法の提案を目的とした調査を行っています。

引用文献

- 1) 東京都：地球環境保全東京アクションプラン（平成10年3月）

「研究所の窓」(研究所の活動の紹介)

研究所組織が変更される

環境科学研究所は、平成12年4月1日から清掃研究所を統合した組織となります。これは4月にゴミの収集、焼却などの清掃業務が区に移管されることに伴い、環境保全局と清掃局が統合再編され、新たに環境局として発足することになったためです。

家庭用焼却炉を用いた ダイオキシン類排出実験結果を公表

当所では、今年2月14日に「家庭用焼却炉からのダイオキシン類の生成について」ということで材木、紙、枯れ葉を家庭用焼却炉で燃焼させたダイオキシン類排出実験結果をマスコミに公表しました。公表の内容は、調査期間、焼却炉の特徴、及び主な実験結果です。

実験結果としては、塩化ビニルを混入した木材を燃焼させたところ、高濃度のダイオキシン類が排出されること、塩化ビニルの量に比例してダイオキシン類の排出濃度が高まること、焼却灰中のダイオキシン類濃度も他の材料を燃焼させたときのものよりも濃度が高かったことを明らかにしました。

ペットボトルが主役

東京都が問題提起した「ディーゼル車NO作戦」以来、自動車から排出される粒子による環境汚染への関心が高まるなか、尼崎の公害訴訟判決で「健康被害の可能性がある」と判断されたことも手伝い、微粒子による健康問題がマスコミの関心を呼び、当所で行っている自動車排出粒子の採取現場や粒子そのもの(ペットボ

トル：写真)の撮影の申し込みが相次いでありました。多くはキー局のテレビ局や新聞社の取材でしたが、なかには地方のラジオ局や業界紙、雑誌社などからの取材申し込みがあり、多彩なマスコミ関係者から取材を受けました。



ディーゼル自動車から排出された微粒子

和波研究員ら海外技術援助のため派遣

- 和波研究員は、先にメキシコの「沿岸部水質環境モニタリング計画調査」の監督、管理のために派遣されましたが、今回は第2次調査として、前回と同様の業務を行うこと本年2月4日から8日の日程で再度メキシコに派遣されました。
- 古明地研究員は、昨年11月2日から12月7日まで「ベトナム自然科学技術センターの技術向上」のためベトナム、ハノイにJICA短期専門家として派遣されました。そこではセンターの要請で研究所、行政機関、会社等を訪問して環境問題に対する取り組みについて調査し、現状をできるだけ明らかにするようつとめ、その結果を報告してきました。

研究所ニュースに関してのご意見、ご感想を企画管理課広報担当までお寄せ下さい。

発行 東京都環境科学研究所
136-0075 東京都江東区新砂1-7-5
TEL 03(3699)1331(代) FAX 03(3699)1345
ホームページ <http://www.kankyoken.koto.tokyo.jp/>

印刷 協和総合印刷(株)
平成12年度 登録第9号
2000年3月発行