

力を相殺して余りある影響力を持つものであり、電算センターの省エネルギー推進が急務と考えられる³⁾。

2. 省エネルギー計画の5つの柱

伊藤忠横浜港北ビルは伊藤忠商事グループの情報処理サービスネットワークの拠点として位置づけられた24時間 365日稼働の電算センターであり、エネルギー多消費を余儀なくされる建物として、省エネルギーが是非とも必要と考え、そのコンセプトを下記の通りとした。

- ① 負荷を源から断つ
- ② 自然エネルギーを積極的に利用する
- ③ 排エネルギーを有効に利用する
- ④ 快適性を重視する
- ⑤ ビル管理支援システムを充実する

2.1 負荷を源から断つ

(1) 放熱を促進させる電算室の配置と外皮計画

年間を通して冷房が必要な電算室の建築計画にあたり、熱取得の軽減と放熱の促進を心がけた。図-4に示すように電算室の主方位を北向きとし、外装を反射性タイルとして日射熱取得の軽減を図ると共に、断熱を結露防止程度の最小限の厚さとした。一方、東西面の外壁については日射熱取得軽減のためダブルスキニングした。また空調機械室を外壁側に沿った配置として、緩衝ゾーン化、外気冷房の容易化、冷風搬送距離の最小化を図った。

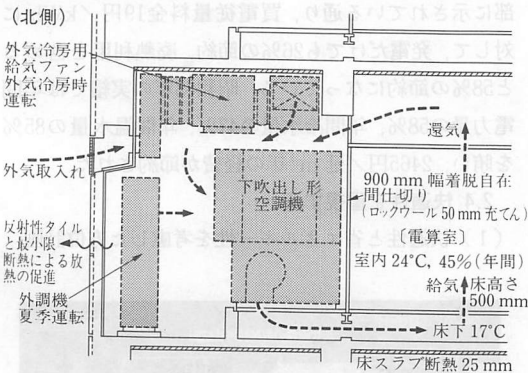


図-4 電算室空調システムと建築外皮計画

(2) 搬送エネルギーの最小化と過冷・過熱の防止

電算室の冷房負荷は $540\text{kcal}/\text{hm}^2$ 程度となる上に、湿湿度条件が厳しく送風温度差は 7°C までが限度のため、空調風量も $270\text{m}^3/\text{hm}^2$ と一般オフィスの十数倍となる。このため搬送エネルギーの最小化がとりわけ重要である。

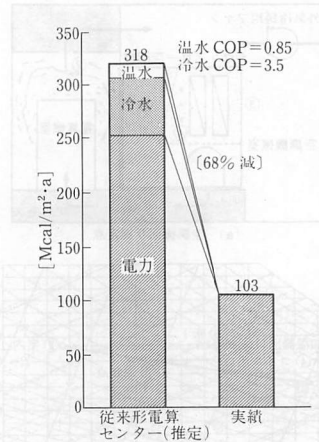


図-5 電算室用空調機のインバータ制御の効果

電算室用空調機は通常、複数台で構成される。予備機があるほかにコンピュータの頻繁なシステム変更に対応できる余裕を残しているために、電算室の空調設備は常に部分負荷で運転される。従来のセンターではこれを空調機の台数制御で対応しているが、本ビルではコンピュータへのノイズ対策に留意しつつ、インバータ制御を採用した。これにより予備機をホットスタンバイできると共に、各空調機内の送風抵抗が減少して電力消費量は59%節約された。この節約はそのまま冷水消費量の削減となり、さらに無段階制御のために過冷・過熱もなくなると、図-5に示す通り合計では68%の節約となった。

(3) 除湿再熱の防止

電算室内は夏季においても $24^\circ\text{C}45\%$ 程度の低湿度に保つ必要がある。従来の電算センターでは室内空気を冷却除湿した後、室温制御のため再度加熱するという無駄が行われている。電算室の湿度を上昇させる主要因は取入れ外気であるため、本ビルでは外気除湿専用機を設けた。これは最小外気のみを室内露点温度まで冷却除湿した後に電算室用空調機に送り込むものであり、年間 $31\text{Mcal}/\text{年}\cdot\text{延m}^2$ の節約となった。

2.2 自然エネルギーを積極的に利用する

(1) 蒸発冷却効果を併用した外気導入冷房

年間冷房が必要な電算室では冬季・中間季における低湿低湿の外気冷熱利用が重要である。そこで、純水加湿装置内蔵の電算室用空調機を開発し採用した。図-6からわかるように外気温が 13°C の時にも蒸発冷却効果により冷水消費量が約60%節約されている。

(2) 自然エネルギーの利用実績

電力消費パターンを図-7に示す。コンピュータ、電

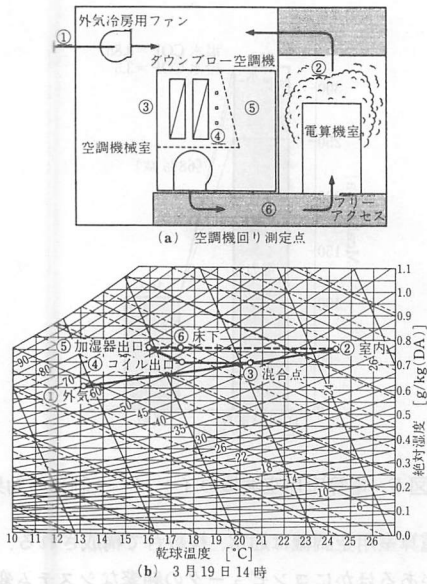


図-6 蒸発冷却併用の外気冷房

算室空調機と電灯で約80%を占めている。通常これがそのまま冷水負荷となるわけであるが、本ビルでは図-8に示すように電算室系統冷水負荷が冬季・中間季には夏季の50%程度となっており、外気冷房の効果を表わしている。

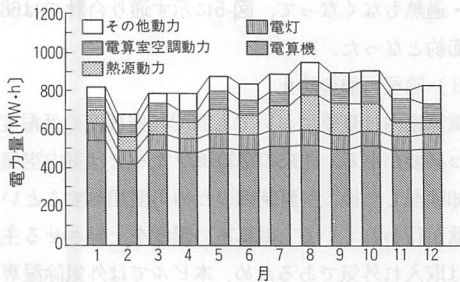


図-7 電力消費パターン (昭和63年)

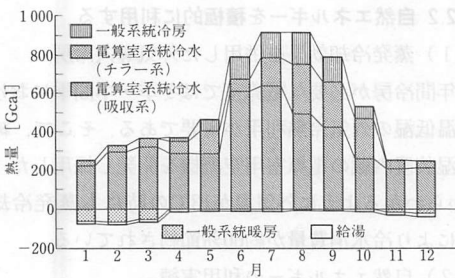


図-8 冷水・温水消費パターン (昭和63年)

外気冷房に伴うファン動力、加湿用純水コスト等による外気冷房単価は概ね 4～5円/Mcal であり、廃熱回収冷凍機の従量料金ベースの冷水単価実績3.3円/Mcal を除けば、ガス・灯油焚冷凍機や空冷チラーの冷水単価実績(6～12円/Mcal)に比べて安価である。

ところで、温水消費量は夏季・中間季はゼロで、冬季も冷水消費量の1/30と少ないのは電算室において除湿再熱やインバータ制御による過冷・過熱のない空調システムを採用している結果であり、このような電算センターでは熱回収よりも外気冷房が適していることを示している。

2.3 排エネルギーを有効に利用する

(1) コージェネレーションシステムの採用

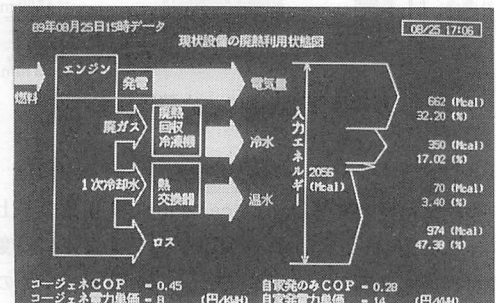
電算センターには停電時に備えて全負荷容量分の非常用自家発電設備が設けられる。本ビルでは1500kVAの白灯油ディーゼル発電機3台の内1台をローテーションしながら24時間運転して、ホットスタンバイさせると共に、その排熱を年間安定した冷房と給湯・暖房に利用する計画とした。

(2) 排エネルギーの利用実績

写2に8月25日15時の排エネルギー利用状態を示す。電力として32%、冷水として17%、温水(給湯用)として3%、合計52%利用していることがわかる。温水需要が少ないため、一次エネルギー消費面での節約効果は小さいが、省コストの面では写真中の下部に示されている通り、買電従量料金19円/kWhに対して、発電だけでも26%の節約、廃熱利用を含めると58%の節約になっている。昭和63年の実績では年間電力量の58%、年間冷水量の47%、年間温水量の85%を賄い、2465円/延m²年の経費が節約された。

2.4 快適性を重視する

(1) 快適性と省エネルギー性を考慮した方位計画



写2 発電機排熱利用状態画面

事務室は南向きに配置し、負荷を抑制することを第一の課題とした。これは併せて快適性の向上にも貢献するものであり、温感指標PMV分布と熱負荷のコンピュータシミュレーションにより効果を確かめた。また図-9に示すように窓台にライン状吸込口を設け、コールドドラフトの防止と共に混合損失の防止を図った。

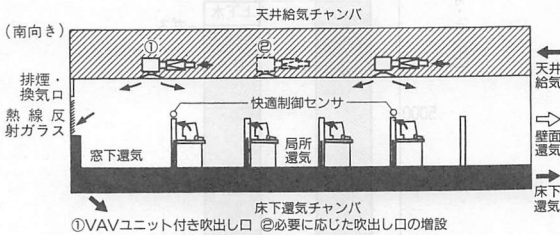


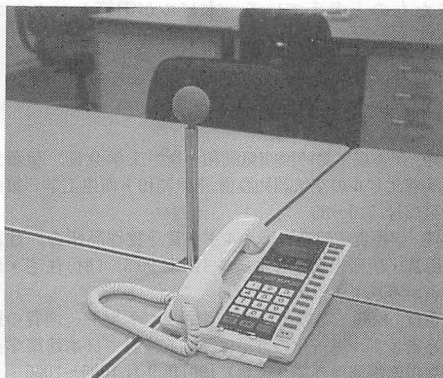
図-9 事務室空調システム概念図

(2) 天井ふく射冷房による頭寒足熱の快適空調

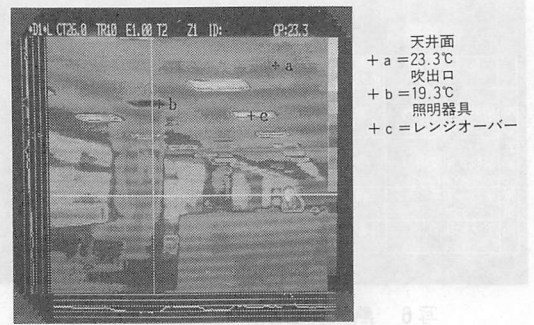
図-9に示すように天井チャンバ内に冷気を供給し、必要箇所よりVAV付吹出口にて室内に調和空気を供給するもので、写3に示すように事務室内赤外線放射の実測では、天井面が室温より1~2℃程度低く、天井がふく射冷房面として機能していることがわかる。これにより熱的快適性を保ちつつ、室温を約1℃高く設定でき、省エネルギー効果を同時に期待した。

(3) 快適制御用センサの開発

VAV装置は通常空気温度が一定となるように制御される。ところが人体の温冷感には、気流や窓からの透過日射、照明器具からのふく射、室内各面からの冷温ふく射等によっても左右される。そこで、気温ではなく快適性を設定値に保てるよう写4に示すような着衣時人体の日射吸収率に合わせた作用温度センサを開発し、採用した。これにより天井ふく射冷房を含めた



写3 作用温度センサ (従来型デスク用)



写4 事務室内の赤外線放射画像

より快適で無駄なエネルギー消費のない空調制御をねらった。

(4) OA機器発熱の局所排気計画

室内に多数置かれたOA機器からの排熱は冷房負荷を増やすと同時に温熱環境を悪化させる元凶となる。この排熱を室内に拡散してしまう前に取り除くことができれば、その負荷が室内にないが如しとなる。このためフリーアクセス床下内をレタンチャンバとし、図-9のように局所排気が可能な計画とした。

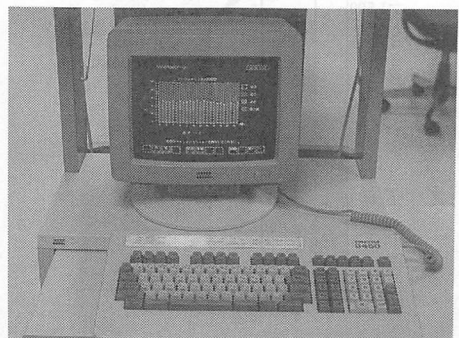
2.5 ビル管理支援システムを充実する

(1) マネージメントサポートシステムの開発

建築・設備の省エネルギー計画は近年大巾な進歩を遂げたが、エネルギー管理などには改善の余地が大きい。このため写5に示すように熟練管理者に替わって最適運転ガイドや運転実績評価、運転改善のための判断材料をリアルタイムに提供するシステムを開発し採用した。また、中央監視室を1階に配置し、大きな窓のある快適な環境をビル管理者に提供した。

(2) 設備システムエネルギー評価

各種冷凍機で作られる冷水単価、熱源機器や発電機のコピー、コージェネ節約コスト、外気冷房節約コスト



写5 マネージメントサポートシステム端末

<< 熱源運転ガイダンス >> 12/15 18:04

登録熱源	運転可能熱源	熱源選択	冷水準備	予測冷水負荷	熱源分比率	運転台数
吸気式系 廃熱回収冷凍機 180RT	●		円/Mcal	275 Mcal/h	100.00 %	1 台
吸気式系 吸収式冷凍機 300RT	●	灯油 ○ ガス ○	円/Mcal			0 台
電気系 チラーI系 50RT	●		円/Mcal		0.00 %	2 台
電気系 チラーII系 50RT	●		円/Mcal			

写6 熱源最適運転ガイダンス画面

の時刻別・日別・月別値、負荷率度数分布、廃熱利用状態などをリアルタイムにビル管理者に示すことによって適切な運転管理に生かせるものとした。

(3) 熱源システム最適運転ガイド

写6に示すように、前記の各種2次処理データに加えて、冷水負荷予測、灯油残油量、ガス使用義務量、白煙発生条件等を加味してふり分けられた最適運転ガイダンスを画面上に表示し、熟練管理者に代わって適切な運転管理を支援できるものとした。

3. 省エネルギー・省経費実績

電算室に関する前記の省エネルギー手法以外の手法は従来型電算センターでも採用しているものとして比較した。図-10~11に示すように、

- ①電算室空調用エネルギー消費では36%の節約
- ②建物全体の年間エネルギー費用では38%の節約
(初期投資を約2年で回収)

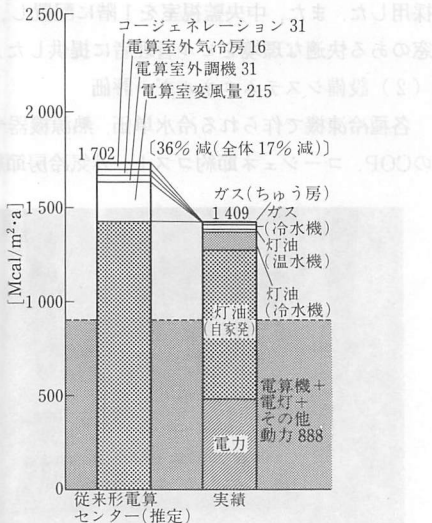


図-10 年間一次エネルギー消費節約量の推定

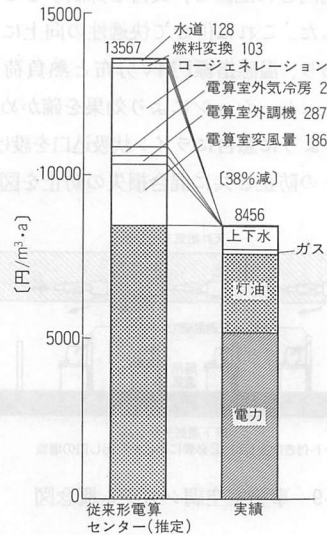


図-11 年間エネルギー費節約量の推定

③20年LCCでは10%、総額27億円の節約になったと推定される。コンピュータはその後も期毎に増え続けており省エネルギー効果はさらに顕著になるものと期待される。

4. おわりに

電算センターの省エネルギー化をさらに推進していくためには、建築・設備側の工夫だけでは限界があり、コンピュータメーカー側の工夫が併せて重要である。コンピュータ自身の省電力化は着実に進んでいるものの、厳しい温湿度条件の緩和や水冷コンピュータ化の推進などの省エネルギー努力をさらに期待したい。

本ビルは、平成元年度建築省エネルギー賞において建設大臣賞の荣誉を頂くことができた。これは建築主・管理者・設計者・施工者が一丸となることによって達成できたものと考えている。本ビルが電算センターの省エネルギー化推進の一助となれば幸いである。

参考文献

- 1) 松縄、伊香賀；第27回空気調和・衛生工学会賞、伊藤忠横浜港北ビルの空気調和設備、空気調和・衛生工学 第63巻第12号、19~30
- 2) 松縄、伊香賀；建築省エネルギー賞受賞作品紹介、建設大臣賞・伊藤忠横浜港北ビル、IBEC'90.5、(財)住宅・建築省エネルギー機構、18~23
- 3) 伊香賀、松縄；電算センター用途のエネルギー消費の動向と省エネルギー化の方策に関する検討、日本建築学会大会学術講演梗概集(東北)1991年9月、1005~1006