

第Ⅶ編 まとめ

業務用建築物の省エネルギー基準作成に適用可能な、エネルギー消費量を指標とした総合的評価方法の開発を目的として、室用途分類やエネルギー消費量計算ロジック等の評価法の枠組み作成に関する検討を行った。また、エネルギー計算においてより妥当な与条件の設定を実現するために、空調熱源システムの実働特性分析や空調運転スケジュール、室負荷発生条件（室使用時間、照明器具やOA機器等の設置台数・使用率、在室者数など）について系統的な調査分析を行い、エネルギー計算に適用できる形に情報を整理した。

(イ) エネルギー消費量に着目した総合的な評価方法の検討

エネルギー消費量に着目した総合的な評価方法の検討として、以下の項目の検討を行った。

- ① 室用途分類の提案
- ② エネルギー消費量評価方法の枠組み提案
- ③ 評価法の妥当性検証

室用途分類の提案では、エネルギー消費量計算における室用途分類について、既往文献や設計図書等の調査、設計実務者へのヒアリング等を行い、室分類の提案を作成した。空調時間、内部発熱の違いなどにより、全82室用途分類を提案した。

エネルギー消費量評価方法の枠組み提案では、建築物全体に係るエネルギー消費量の評価方法の枠組みを提案し、全体の枠組みにおける本事業の役割を示した。また、空調エネルギー消費量計算のための標準室使用条件整理のための、用語の定義、条件設定の考え方などの整理を行った。

評価法の妥当性検証では、モデル建物を対象に、空調エネルギー消費量の基準値と予測値を算出し、評価法の妥当性を検証した。

(ロ) 中央方式空気調和設備における熱源システムの入出力特性データの収集分析

業務用建築の省エネルギー基準に適用可能な、エネルギー消費量を指標とする総合的評価方法の開発に向けて、評価方法の精度確保のために重要となる、熱源機器の実稼働条件下における運転特性の把握を目的として、エネルギー消費量、供給熱量に関するデータの収集を行った。

収集したデータを、設置状況の違を考慮した上で、時々刻々と変化する負荷率や外界条件に対応して運転を行う実稼働特性の差異について調査し、実験室における一定条件下での試験で得たカタログ表示値と比較することにより、熱源エネルギー効率の予測評価に活用できるデータとして取り纏めた。

実稼働状況のデータ分析より、以下のことが解った。

- ① 冷却水流量が機器単体 COP に与える影響度は小さく、補正の必要はないと考えた。
- ② 冷温水温度については、機器単体 COP に与える影響度は大きいですが、運転状態ではほぼ設定値付近で運転されることが今回の調査で解った。運転状態においては、設定変更を行わない限り、変動しないため補正の必要はないと考えた。
- ③ 上記①, ②の結果から、COP に寄与するパラメータは、外気温度、冷却水温度、負荷率といった項目になるが、機種毎に考察を行うためのグラフ指標を提案した。
- ④ 機器の定格点付近での運転状態では、公表値に対する偏差は小さい傾向にあった。

- ⑤ 部分負荷時の運転状態では、各種条件が定格点から離れる程、公表値に対する偏差は大きくなる傾向にあった。
- ⑥ 運用（各種設定や運転方法）による、効率の低下も相当数あると考えられる。
- ⑦ 経年劣化については、機種による劣化傾向の違いの他に、メンテナンスの量・質、周辺の水質・空気質等の影響も受けるため、別途基準を定めて評価する必要があると考える。
- ⑧ 負荷率 30%以下の ON-OFF 制御域では、0 点に収束することが確認できた。また、データにばらつきがあるように感じるが、データから求めた近似直(曲)線に対する相関係数は比較的高い傾向にあった。
- ⑨ 燃焼系機器の暖房運転時に温水温度を下げると、効率が良くなることが確認できた。一般的には取出し温度によって効率は変わらないといわれている。
- ⑩ 同一機種でも個体差が生じるケースが確認できた。
- ⑪ 機器単体 COP 特性に対するシステム COP（システム比定格 COP）の係数化については、システム構成・容量や制御方法によって値が大きく変わるため、困難であると判断する。なお、冷却水および一次ポンプの変流量制御を行うことにより、システム比定格 COP は高い値（0.97 以上のケースがいくつか確認できた）になることが確認された。
- ⑫ B 特性値の COP 基準値を現行機器の値で入力しているため、実測値（以前のラインナップ機種）との差異が大きくなっている可能性がある。また適用範囲が狭いため、広範囲での比較ができないケースが生じた。
- ⑬ 公表値に対する実稼働条件下の COP は、適正なチューニングができている前提でいえば、機器定格点付近で概ね 80～90%程度、部分負荷運転状態では 60～80%程度であると推測する。

公表特性と実稼働特性の差異について以下のことが解った。

- ① JIS 規格では定格運転点は規定されているが、部分負荷時の試験方法については詳細に規定されていない。このため、定格点付近では公表値と実測値の偏差は比較的小さいが、部分負荷運転状態では、実測値との偏差が大きくなる傾向にあった。
- ② JIS の能力表示は、試験値の 95%以上、エネルギー消費量は試験値の 105%以下とするように定められている。下限、上限では概ね 10%程度の誤差が生じ、定格運転点付近においては今回実測で得た結果とほぼ合致する。
- ③ 本調査の調査対象機器毎の実測負荷率（実測生産熱量／機器定格能力）の累計グラフを図 III. 5. 1. 1、2 に示す。グラフから、定格運転点付近で運転が行われることは稀であり、ほとんどが部分負荷運転であることが解る。このことから、部分負荷特性の試験方法を規定する必要があると感じる。
- ④ 安定運転状態で計測を行う JIS 試験と、負荷追従を行いながら計測を行う実稼働運転では、そもそも条件が違う。
- ⑤ 制御方法や制御設定など運用方法を考慮して実稼働特性を把握する必要がある。
- ⑥ 実稼働特性を検討する上では、実測値そのものの精度や信頼性も十分に考慮すべきである。
- ⑦ 実稼働運転における負荷率の考え方を整理することが必要と考える。
- ⑧ 部分負荷時を含めて公表特性とは何かを明確にすることが重要な課題と考える。

(ハ) 個別分散型空調設備の入出力特性データの収集分析

実際に執務空間として使用されている建物において実運転下のデータ計測を実施し、次の2点について検討を行った。

a) システムの入出力特性に関する実測調査

システムの入力（電力消費量，都市ガス消費量）と出力（処理熱量）について年間の稼働状況の変化が十分に把握できる量のデータを収集し，実運転条件下におけるシステムの入出力特性を明らかにした。する。データ計測にあたり，入出力特性の変動要因として考えられる外気条件や室内温度条件についても合わせてデータを取得した。

b) システムの使用実態に関する実測調査

実建物に導入された機器がどのように稼働し，どのようにユーザーにより使用されているか，また室内環境条件（主に温湿度）がどのように設定され形成されているか，については不明な点が多い。本調査では，機器遠隔監視システムデータ収集機能を利用して，多数の建物に設置された複数台の運転データを同時に収集し，機器の運用実態について分析を行った。

また，得られた実測データを基に，JIS 試験法による性能と実際の性能との差について合理的な解釈を見出し，建物に設置され使用されている状態での個別分散型空調機エネルギー効率の予測評価に必要な設計判断情報として取り纏めた。

以上の調査より、以下の知見を得た。

① 実動特性の解明

実運転データの分析結果より，JIS 試験法による定格性能と実際の定格性能には約2～3割ほど差（実性能が低い）があることが判った。また，部分負荷特性は現行省エネ基準で想定している特性と大差はないことが確認できた。現行基準で規定がされていない超部分負荷域（負荷率 30%未満）の性能は原点を通る直線でモデル化できそうである。

② 運用実態の解明

遠隔監視装置によるデータ収集を行い，空調システムの稼働実態（使用時間、空調設定温度）データを収集した。例えば，高等学校では，現行省エネ基準で想定されている運転時間より4～6割短いことが判った。

③ 個別分散型空調システムの評価法に関する提案

省エネルギー性能に関わる種々の手法を列挙し，重要さの観点から分類・整理した。また，JIS 試験法による性能と実性能との差の要因について整理した。どの要因がどの程度影響しているかを知る定量的な分析は非常に難しいが，本調査の結果からは，両者の差は20～30%程度であることが判った。

(二) 各種の業務用建築物における照明設備計画と照明エネルギー削減手法に関する調査

業務用建築で使用される照明エネルギー削減手法(照明制御手法)とエネルギー消費量の関係を把握することを目的に、実建物を対象に各種データの計測を実施した。採用されている照明制御手法としては、昼光利用制御、スケジュール管理、初期照度補正、タスク・アンビエント照明、人感センサーによる在室検知制御、ブラインド自動制御、隣接調光照明制御が挙げられる。

昼光利用制御については、複数の建物において、インテリア部分とペリメータ部分に対する昼光照明の影響の差から、その省エネルギー効果を導き出した。複数の建物における測定を実施したが、天窗／側窓といった窓位置や窓素材(ガラス透過率)によりその省エネルギー効果は大きく異なってくることを示されている。しかしながら最も一般的な側面窓(事務所)における省エネルギー効果に関しては、実測の結果とシミュレーションの結果もほぼ一致しており、省エネルギー効果率の策定は可能と考えられる。

局所制御(タスク・アンビエント照明)による省エネルギー効果については、事務所建物3Aおよび事務所建物3Fで実施した実測調査により、実際のタスク照明稼働率に基づくタスク照明の電力消費量を勘案した上での、照明の省エネルギー効果を概算するに至っている。その結果、タスク照明の電力消費量は相対的に非常に小さく、タスク・アンビエント照明の省エネルギー効果は、ほぼアンビエント照明の抑制分に相当することが示されている。従ってその省エネルギーへの寄与に関しては今後大きな期待を寄せることができる。また両事務所建物については、同時に輝度分布測定やアンケート調査を実施しており、いずれの結果からも、間接照明により天井・壁面の輝度を上昇させることにより、机上面水平面照度は大幅に抑制しつつ、ほぼ十分な明るさ感が確保できることが示されている。これにより、アンビエント照明の抑制による省エネルギー性の達成と照明環境の質的側面の両立の可能性が十分に示唆されるデータが得られたと言える。

在室検知制御についても複数建物のデータが得られているが、日中はほとんど照明エネルギー削減に寄与しない例も見受けられ、執務実態と制御システムの関係によって省エネルギー削減への効果が大きく異なる結果となっている。在室検知制御手法に関しては、その照明設計手法が確立されているとは言い難い面もあり、実際に得られる省エネルギー効果に関しては、今後手法面も含めてより詳細な検討が必要となる。

スケジュール制御に関しては、昼休み時の減灯・消灯により、実測結果からも予測通りの効果が得られていた。

なお今回概算で示した各照明制御手法によるエネルギー削減効果率は、100%の意味するところが各建物間では完全には統一されていない。一応の目安として作業面照度750ルクスあたりを中心として検討を加えているが、仮に過剰設計になっている場合は、省エネルギー効果率が非常に大きく見積もられてしまう恐れがあり、何らかの指針は必要となる。

本調査における測定事例は、先進的な建物を中心としたものであったが、今後照明における省エネ推進の目標値を検討していく上で、これらのデータが役に立っていけば幸いである。

(ホ) 各種の業務用建築物における内部発熱に関する調査

業務用建物の各室分類において、年間エネルギー消費量を算出する際に必要となるコンセント機器発熱量、照明機器発熱量、在室人員等の曜日種別ごとの平均的時刻変動などの標準室使用条件建物用途・室分類ごとに提案した。標準室使用条件の決定に当っては、文献調査と、設備設計者へのアンケート・ヒアリング調査をもとに上記データを決定し、内部発熱調査の結果と照らして必要に応じて修正を加えた。

内部発熱調査は、ホテル、物販店舗、小学校、飲食店、スポーツ施設、講演用ホールについて、消費電力測定と在室人員測定を行った。加えて、事務所・事務室については既往の調査事例も豊富なので、それらのデータも活用して内部発熱スケジュールを決定した。

その結果、現行省エネルギー法の全負荷相当運転時間法で規定され、またプログラム BECS/CEC/AC にも用いられている従来の内部発熱・空調スケジュールに対して、数値やスケジュールの更新が種々なされており、一例として、事務所・事務室については、平日日中の照明電力が 25W/m^2 から 12W/m^2 へ、在室人員が 0.2 人/ m^2 から 0.1 人/ m^2 へと大きく変更されている。

また、室同時使用率という概念が導入されていることも新しい点である。これにより、例えばホテル・客室であれば、ある 1 時点に着目した場合に複数の客室のうち何室が使用されているかを示す稼働率を考慮することができる。本編で整理した内部発熱スケジュールは、この室同時使用率に従って「室が使用されている」と判断された室に着目して、室使用状態における内部発熱をまとめたものである。ホテル・客室の常時作動している冷蔵庫のように、室使用状態にない場合のベース電力については別途考慮する必要があるが、室同時使用率 0 の時間帯についても発熱スケジュールを設定しているので、それらのデータを利用可能である。

今後、事務所・事務室以外の建物・室における実測事例を継続的に増やすことによって、内部発熱データの信頼性を少しでも高めることが望ましい。また、室同時使用率を考慮した熱負荷・空調システム計算法の開発も課題である。

(ヘ) 結果検討委員会による検討

本結果検討委員会は、本調査により得られた結果を、中立的な立場でレビューし、データの妥当性を検証することを目的とする。本結果検討委員会の委員は、学術的な識者、民間事業者から構成されている。各委員の地域構成に関しては、北海道から九州まで地域的な偏りのない構成とし、また、民間事業者に関しては、業務用建物の企画～設計～建設～運用のそれぞれの段階に関わる業者・事業者・関係者から偏りなく選定した。これらの委員会委員の構成により、提出された調査分析結果に対して、効率的かつ公正なレビューを行うものである。

結果検討委員会の委員によるレビューの結果、調査結果に対しての妥当性を確認いただいた。更に調査の成果を踏まえ、将来の建物の省エネルギー基準の策定に向けた調査研究に関する提案・要望として以下が挙げられた。

- ① 本調査研究における各調査委員会の成果の体系化、到達程度のバラツキの是正
- ② 各種用途の建物におけるエネルギー消費の調査等の事例の更なる追加と蓄積
- ③ 上記の調査を容易にする政策的な補助施策の実施
- ④ 調査事例の公表によるエネルギー計測や省エネルギーの啓蒙活動
- ⑤ 適用対象建物の範囲の再定義（例えば、工場事務室、宗教施設、駅舎等）と必要に応じた実施
- ⑥ テナントビルおよびそのエネルギー管理を対象とした調査の実施
- ⑦ 規模別、システム別、運用別、建設年代別のカテゴリー分けと事例の充実