

「建築物の環境性能に配慮した省エネルギー性能の評価に関する研究」

(平成 28 年度～平成 30 年度) 評価書 (終了時)

平成 31 年 2 月 22 日 (金)
建築研究所研究評価委員会
環境分科会長 宿谷 昌則

1. 研究課題の概要

(1) 背景及び目的・必要性

地球温暖化対策として住宅・建築には一層の省エネルギー化が必要とされており、そのため各種省エネルギー技術の効果等に関して、これまでよりもさらに精緻な評価手法が求められている。併せて、平成 32 年に予定されている省エネルギー基準の義務化に向けて、これまで性能確認のための規格等が存在しないため評価できなかった機器や最新機種にも対応できるようにすること、さらに建物の使用実態に即した評価が行えるようにすることなど、スムーズに義務化へ移行するための準備が必要とされている。

特に評価計算結果と実態との乖離については、各種省エネルギー手法と室内温熱環境などとの関連について不明瞭な点があり、エネルギー使用量の計算値と実態値における乖離の原因の一つと考えられる。(たとえば、断熱性の向上と熱源効率の向上はどちらもエネルギー消費量を削減するが、形成される温熱環境には違いを生じるため実態では設定温度などが異なり乖離の一因となる。)

そこで、各種省エネルギー手法と室内温熱環境などとの関連について検討すると共に、既存の計算法の精緻化、最新機種等の規格整備などを通して、より高度な省エネルギー性能の評価手法について検討する。併せて、省エネ法で用意された一次エネルギー消費量計算プログラムの運用および更新といった行政支援、またその普及促進のための情報整備を目的とする。

(2) 研究開発の概要

本研究では、各種省エネルギー手法と室内温熱環境などとの関連について検討すると共に、既存の計算法の精緻化・最新機種等の規格整備などを通して、建築物の環境性能に配慮した省エネルギー性能の評価手法について検討する。併せて、省エネ法で用意された一次エネルギー消費量計算プログラムの運用および更新といった行政支援とともに、その普及促進のための情報整備を目的とする。

(3) 達成すべき目標

- 目標 1. 各種省エネルギー手法と室内環境などとの関連に関する技術資料を作成する。
- 目標 2. 最新機種等の規格を整備する。
- 目標 3. 普及促進のための情報を整備する。

(4) 達成状況

(1) 省エネ手法と環境性能の関連に関する検討

H28 年度

1) 設備・制御による省エネ手法と環境性能の関連に関する研究

現状では省エネ基準の評価法に組み込まれていない CO₂ 濃度による取り入れ外気量制御について実運用状態にある建築物(事務所 1 件、官庁ビル 1 件、商業ビル 1 件)において実運転データの計測を行い、外気導

入量の削減効果を定量的に明らかにした。在室人員密度や CO₂ 濃度設定値によって多少の差はあるものの、制御の導入により 25%程度の削減が可能であることが判った。

天井放射冷房を対象システムとし、実験室実験により実証データを取得して、放射パネルの冷却能力を検証するため、H28 年度は、実験装置を構築し、実証データの収集を開始した。

アンビエント域・タスク域ともに天井に吹出口を設置する方式を対象とし、CFD 解析を実施してタスク域・アンビエント域の形成を再現し、領域を定義付けするための要素を特定するため、H28 年度は、CFD 解析を行うための準備として、解析モデルの形状作成、境界条件等の各種設定およびメッシュ分割方法の検討を実施した。

業務用建築物の室内を再現した実験室において、暖房方式と温熱環境の関係についてデータを取得し検討を開始した。

被験者実験による明るさ感評価ロジックについて検討した。

2) 外皮による省エネ手法と環境性能の関連に関する研究

業務用建築物の室内を再現した実験室において、壁の断熱性や、窓の日射遮蔽性能などを変更した場合の環境性能（温湿度分布、照度分布等）を測定し、外皮による環境性能への影響について定量化を試みた。温度変化によって光学特性が変化するサーモクロミックガラス（以下、TC ガラス）の日射熱取得率をソーラーシミュレータにより測定し、日射量・温度などのパラメータと日射熱取得率の関係を明らかにすることを目的とし、JISA 1493 の夏期・冬期の環境条件で日射熱取得率を測定した。

昼光利用について、開口率・ブラインド制御と照明消費量削減効果の観点から検討を開始した。

H29 年度

1) 設備・制御による省エネ手法と環境性能の関連に関する研究

業務用コージェネレーションシステムを対象に、実稼働されているシステムの性能計測を実施し、この結果を基に、システムのエネルギー消費性能を評価する手法を開発した（基整促 E8 による共同研究）。特に、発電ユニットの発電効率、排熱回収配管の熱損失、システムに付随する補機の待機電力、排熱利用型吸収冷凍機の排熱利用率について詳細に調査し、これらの実態を考慮した評価法を開発した。

H28 年度に構築した実験装置により、天井放射冷房に関する実証データを収集し、形成される室内温熱環境の確認を行うとともに、放射パネルの冷却能力を放射成分と対流成分とに分解する方法を検討した。

タスクアンビエント空調について実証データを収集し、CFD 解析の再現性を確認した。また、CFD 解析の結果に基づき、タスクアンビエント空調により気流速が上昇する空間範囲を整理し、気流による温度緩和が期待できる設計要件を検討した。

2) 外皮による省エネ手法と環境性能の関連に関する研究

TC ガラス応用窓として、日射遮蔽タイプおよび日射遮蔽・日射熱取得切り替えタイプの 2 種類を検討し、ソーラーシミュレータによる実験および、実環境での実験で日射熱取得効果の傾向を調べた。

RC 造集合住宅において断熱条件を複数用意した上で、最上階、中間階、最下階のそれぞれで妻側、中間住戸における負荷計算を実施し、計算結果を整理した。

集合住宅における昼光利用の評価手法として、隣接建物による天空の遮蔽の程度および開口部周囲の仕様から室内の明るさを算出する方法について検討した。

H30 年度

1) 設備・制御による省エネ手法と環境性能の関連に関する研究

照明設備に関して、省エネ性能と光環境の質的性能（明るさ感、落ち着きなど）とを相互に検討可能な設計指標として、室内における光量の 3 次元的な分布の性状に基づく表現手法を検討し、質的性能との関係に

ついて整理した

2) 外皮による省エネ手法と環境性能の関連に関する研究

非住宅建築物について、事務室の暖房時を想定し、壁体の断熱性能及び空調吹出温度・風量に応じた室内の温度及び気流分布の性状をCFD解析によって把握した。これにより、断熱性能を向上することで、吹出風量を下げても、上下の温度差を抑えられるとともに、同じ吹出風量でも吹出温度を下げることができ、さらに上下の温度差を抑制できることを確認し、非住宅建築物についても温熱環境の確保に対する断熱の重要性を定量的に示すデータを整理した。

RC造集合住宅について断熱性能、暖冷房機器、地域などによる一次エネルギー消費量、室内環境への影響を検討し、外皮による省エネ手法と環境性能の関連について計算結果を整理した。

(2) 各種設備機器等の計算方法精緻化と規格整備

H28年度

業務用デシカント空調機の実動特性を明らかにするために、模擬オフィス実験室に空調機を設置し、運転条件を様々に変化させて運転データを取得した。また、得られた実測値と前課題（基整促E3と共同研究）で開発した数理モデルと比較し、約7%の精度で消費電力を推測できることを確認した。

ヒートポンプについては、冷媒温度からモリエル線図上の理論効率を求め、それらに各種低減係数や補機の消費電力を考慮して、実働性能を計算する評価方法の検討を以下の設備を対象に開始した。

ダクト式セントラル空調機（実験を終了）

地中熱ヒートポンプ温水暖房機（実験を終了）

冷温水ヒートポンプ（実験を計画中）

木質燃料ストーブ（薪ストーブ・ペレットストーブ）の一次エネルギー消費量の計算方法を作成した。さらに上記計算方法に必要な機器仕様（最大放熱量・最小放熱量・燃焼効率・ファン等の機器消費電力など）を明らかにした。

家庭用蓄電池の充放電特性等を調べるための実験を開始した。

明視照明用の照明器具高さに対応した設計を簡易に行うことができるようにするため、照明器具高さを考慮した単位光束法の高度化を行った。

家電のライフスタイル別のエネルギー消費量計算法を検討するための資料として、家庭で所有している家電の種類などについて情報を収集した。

H29年度

家庭用地中熱ヒートポンプを対象に、実験室において熱源水温度や負荷率が変化した場合の性能を計測し、この結果を基に任意の条件における性能を推定可能な数理モデルを開発した。また、実使用されている住宅等に設置された地中熱ヒートポンプについて、年間に亘る実動性能を実測し、開発した数理モデルの精度検証を行った。

非住宅建築物の省エネ基準に導入されている地中熱ヒートポンプ評価方法の拡充を行った。これまで口径の大きな地中熱交換器については評価対象となっていなかったが、大口径ボアホールや大杭径の杭について熱交換性能のモデル化を行い、実測データと比較検証したところ、既に評価可能となっていた熱交換器と同程度の精度が確認することができた。以上の検討により、クローズドループ方式の熱交換器がすべて評価対象に含まれることになり、平成29年10月に改定した評価方法を公表した。

冷温水ヒートポンプについては、熱源機とパネルに分けてそれぞれの評価方法を検討した。熱源機については実験室実験、フィールド実験を実施し、パネルについては性能評価のための試験方法を検討した。

太陽熱温水器、太陽熱温水システムを設置し、実働負荷を与えることでそれぞれの性能を評価するための基礎データの取得を開始した。

家庭用蓄電池の充放電特性等を調べるための実験結果から、電池本体、インバータ、コンバータ等の特性値を求めた。

集合住宅における昼光利用で得られる室内の明るさを考慮した、人工照明の年間でのエネルギー削減量を、生活スケジュールに応じて定量的に評価する方法を開発した。

家電に関して前年度に収集した家庭で所有している家電の種類の情報に加えて、各機器のカタログ値の試験方法を規定する JIS 規格を調査し、ライフスタイル別のエネルギー消費量計算法を検討するための資料を整備した。

H30 年度

非住宅建築物で多く採用されているビル用マルチエアコン（VRF）を対象として、実稼働条件下におけるエネルギー消費性能と JIS で規定された試験結果を比較し、両者の差の原因を分析した。JIS 試験においては、結果の再現性を担保するため、圧縮機回転数や膨張弁開度を意図的に固定して試験を行っているがこの回転数や開度の想定が実稼働時とは異なり、特に運転負荷率が低い状態において乖離が大きくなることが分かった。そこで、これらの意図的な固定をせずに JIS に準じた試験を行う新たなプロトコルを構築し、VRF の実働特性試験方法の規格案として取り纏めた。作成した規格案に従い、実際に建築研究所内の実験室にて試験を行い、適切に性能値を得られることを確認した。

家庭用地中熱ヒートポンプのエネルギー消費特性評価については、昨年度開発した数理モデルをもとに計算仕様を確立し、評価方法の原案を作成した。また、非住宅用の地中熱ヒートポンプにおける熱源水温度予測モデルをベースに、家庭用地中熱ヒートポンプの評価にも対応できるようにパラメータを拡張した。

非住宅建築物の省エネ基準に導入されている地中熱ヒートポンプの評価方法については、昨年までに公開しているクローズドループ方式の評価に加え、現時点で未評価となっているオープンループ方式（くみ上げた井水を熱源として使用する方式）の評価方法について検討を行った。オープンループ方式の 6 タイプについて、地中熱ヒートポンプの熱源水温度の予測方法と、熱源水ポンプ群の消費電力量の算定方法を検討し、実測データと比較検証することで、評価方法の原案を作成した。

実験棟に設置された太陽熱温水器、太陽熱温水システムに実働負荷を与えることでそれぞれの性能を評価するための基礎データの取得し、性能評価手法を提案した。

家庭用蓄電池の充放電特性等を調べるための実験結果から、電池本体、インバータ、コンバータ等の特性値を求め、評価に必要な情報を明らかにするとともに、メーカー等へのヒアリングも行い実際の評価手法について検討した。（基整促 E 10 と共同研究）

（3）普及促進と行政支援

H28 年度

既存の省エネ住宅等に関するガイドラインの更新について、該当箇所の抽出など準備作業を開始した。また、住宅用機械換気設備に関するブックレットを作成した。

H29 年度

上記ガイドライン等の更新について、具体的な作業を実施すると共に、更新情報の公開・発信について検討した。

H30 年度

非住宅用の省エネガイドライン、自然換気・給湯・昼光利用・照明などのブックレットの案を作成した。また、既存のエネルギー消費量試算のプログラムを更新した。

2. 研究評価委員会（分科会）の所見（担当分科会名：環境分科会）

- ①広範な研究のそれぞれについて緻密な研究とそれに応じた成果が得られている。外部発表も十分と思われる。
- ②未完の研究もあり継続して取り組んでほしい。例えば、断熱性能が悪いケースにおいては、不十分な室内環境を是正するために断熱性能の良いケースと比べて熱負荷の差以上に、ファン動力などにおいてより多くのエネルギーを必要とすることを明らかにしているが、このような観点から一次エネルギー消費量の計算結果の補正方法など未解決の点もある。
- ③規制のみならず、事業誘導的要素もあり、積極的発信が望まれる。
- ④研究開発の概要図において、例えば、環境性能に係る要素の総て、省エネ手法が関係する要素（建物・設備）の総てを本課題で網羅した訳ではないため、何を重点的に扱ったが分かるようにしていただくと、後継課題との関連も含めて、第三者の理解が進むと考える。
- ⑤大変に貴重な実測データやシミュレーションデータが蓄積されていると推察される。次の研究に、今回の成果も合わせて展開されることを期待する。例えば、室温の統計処理に頻度分布を合わせて考察することで、一味違う結果が得られる可能性がある。

（参考）建築研究所としての対応内容

・ 所見①②への対応

後継課題でそれぞれの研究テーマを継続し、更に研鑽したく思います。

・ 所見③への対応

建築物の再生可能エネルギー利用など事業誘導的要素があるものは、研究結果とともに事業者との協議も踏まえ本省と調整しながら適切に対処してまいりたい。

・ 所見④への対応

研究成果のとりまとめ及び次期課題の研究計画の策定において、何を重点的に取り扱ったか分かるように、といったご指摘の件も念頭に置きながら作業を進めたい。

・ 所見⑤への対応

本研究課題のデータ、成果を後継課題でも有効に活用し、引き続き考察を深めたい。

3. 評価結果

- A 本研究で目指した目標を達成できた。
- B 本研究で目指した目標を概ね達成できた。
- C 本研究で目指した目標を達成できなかった。