

研究シーズ探索プログラム 研究課題別評価書

1. 研究課題名

既存住宅の低炭素化に向けた省エネルギー・健康環境計測診断システムのプロトタイプの開発

2. 研究代表者

吉野 博（東北大学 大学院工学研究科 教授）

3. 研究シーズ探索成果の概要

既存住宅のエネルギー消費および室内環境を測定し、省エネルギー性と健康性を診断するとともに、住宅の運用改善のための情報を居住者に提供する「省エネルギー・健康環境計測診断システム」のプロトタイプを開発し、実在住宅への適用を試みた。

本システムは、計測システムと診断システムから構成される。計測システムでは、温度、相対湿度、CO₂濃度、TVOC濃度などの室内環境、並びに、主要な家電製品や分電盤における電力消費量などのエネルギー消費についてリアルタイム計測を行う。診断システムは、「計測データ閲覧とリアルタイム診断」「長期診断」「省エネ対策の提案」の3つのメニューで構成される。居住者は、モニタ画面上で、過去の計測データを日単位、週単位、月単位、年単位で閲覧することができ、日常的あるいは長期的な住宅の運用改善方法の提案およびその効果、目標に対する達成度を視覚的に認識できる。

本研究シーズを探索した結果、プロトタイプ of 短期試用により、本システムが居住者の運用改善に対する意識を高めるためのインセンティブになり得ることを確認した。

4. 研究シーズ探索のねらい

本研究は、住宅部門のエネルギー消費量および CO₂ 排出量を削減するため、圧倒的な数を占める既存住宅の低炭素化を図ることを目的とする。具体的には、既存住宅の用途別・時刻別のエネルギー消費および室内環境を測定し、省エネルギー性と健康性を診断するとともに、断熱改修、高効率機器の導入、ライフスタイルの変更等による効果の情報を居住者に提供する「省エネルギー・健康環境計測診断システム」のプロトタイプを開発する。

5. 研究シーズ探索の方法と成果

5.1 方法

図5.1および図5.2に、「省エネルギー・健康環境計測診断システム」のフロー、システムと周辺機器を示す。本システムは、計測システムと診断システムから構成されており、システム毎に開発研究を実施するとともに、システム全体のトータル設計を行いプロトタイプの開発を目指した。最終的には、実在住宅に適用することでシステムの検証を行い、その結果をプロトタイプ of 開発研究へフィードバックした。

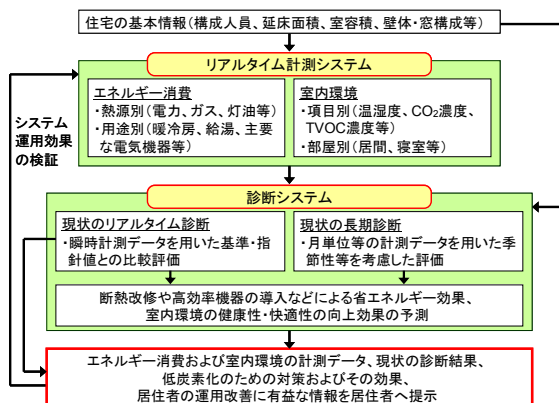


図5.1 「省エネルギー・健康環境計測診断システム」のフロー

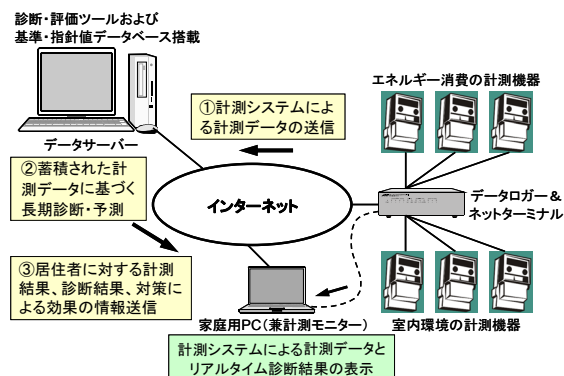


図5.2 「省エネルギー・健康環境計測診断システム」と周辺機器

5.2 成果

5.2.1 計測システムの開発

開発したプロトタイプ計測器について、現在測定が可能となっている項目を以下に示す。

- 1) 室内環境: 温度、相対湿度、CO₂ 濃度、TVOC 濃度、照明の ON/OFF + 在室者の有無※
 ※ 照度センサで室内が明るい・暗い、人感センサで在室者の有無を判定し、照明の無駄なエネルギー消費を防止する。
- 2) エネルギー消費量: 主要な家電製品・分電盤における電力消費量、都市ガス消費量

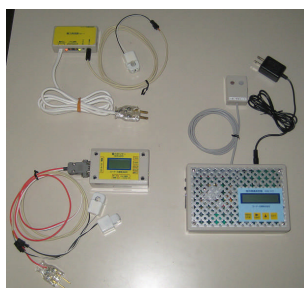


図5.3 プロトタイプ計測器のセット



図5.4 計測器の設置状況

5.2.2 診断システムの開発

開発した診断システムは、「計測データ閲覧とリアルタイム診断」「長期診断」「省エネ対策の提案」の3つのメニューで構成される。「計測データ閲覧とリアルタイム診断」では、計測結果をリアルタイムで表示するとともに、過去の計測データを日単位、週単位、月単位、年単位で閲覧することができる。また、各項目の評価を計測データを基にリアルタイムで行い、居住者に改善を促す。「長期診断」では、月単位、年単位の計測データを用いた評価を行い、居住者へアドバイスをを行う。評価項目として、室内環境の計測項目の快適範囲達成率、予測カビ指数、換気量、標準的なエネルギー消費量との比較等である。「省エネ対策の提案」では、事前に計測値と解析値の比較検証を行った上で、長期的な計測データを基に数値解析を行い、解析を実施した各種省エネ対策の内、効果の大きい省エネ対策とその効果を居住者に示して改善を促す。

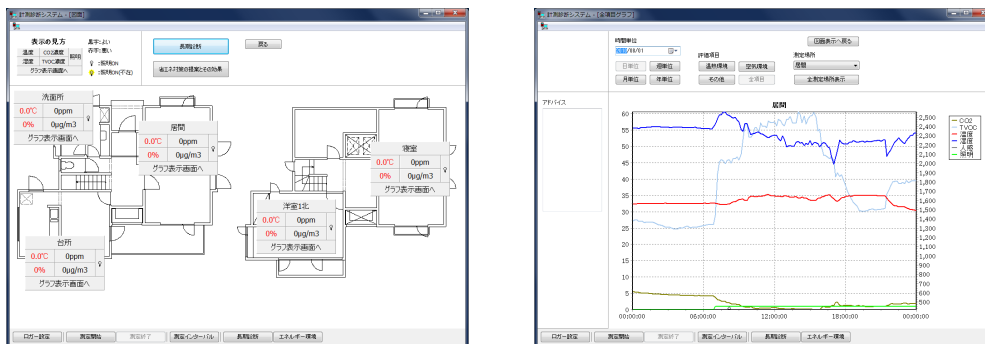


図5. 5 診断システム表示画面

5. 2. 3 プロトタイプ計測・診断システムの適用

5. 2. 3. 1 対象住宅概要

①宮城県仙台市に所在する住宅(A 邸)

1984 年竣工の住宅。2010 年 1 月に断熱改修工事を竣工しており、2010 年 2 月に太陽光発電パネルを設置している。また、断熱改修前の 2008 年 11 月にはコージェネレーションシステム(以後、CGS)を導入している。対象住宅における実測は 2008 年 7 月 21 日から行っており(CGS 設置期間や改修工事期間等で欠測あり)、本研究におけるプロトタイプ計測器による測定は 2010 年 4 月 5 日から行っている。

②山形県鶴岡市に所在する住宅(B 邸)

1990 年竣工の全電化住宅。プロトタイプ計測器による計測は 2010 年 3 月 11 日から 5 月 20 日となっている。本住宅は当初、断熱改修前後の計測を考えていたが、居住者の意向により断熱改修は行わないことが決定している。

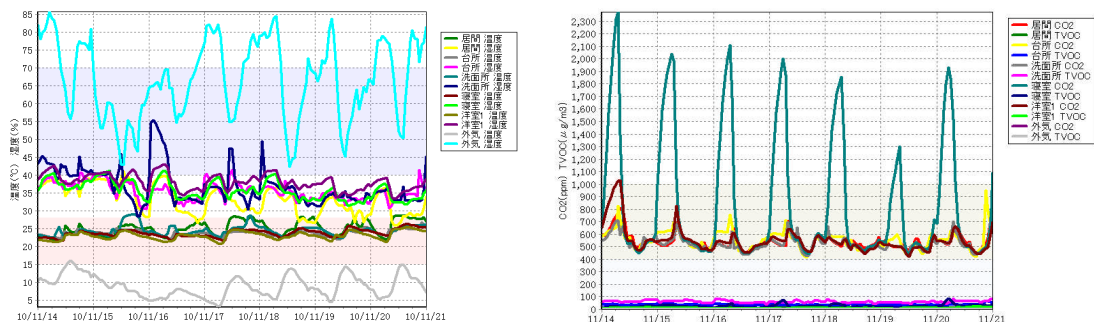


図5. 6 空気環境計測例

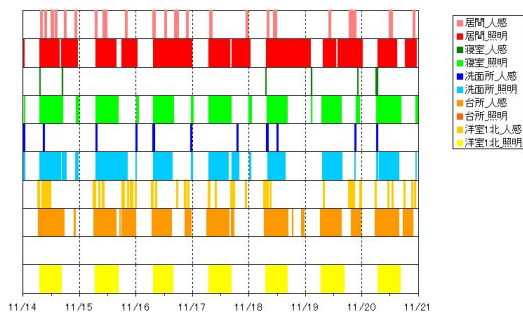


図5. 7 人感センサ・照度計計測例

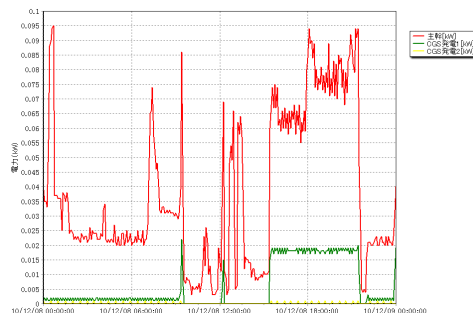


図5. 8 エネルギー消費量計測例

5. 2. 3. 2 計測システムの適用結果

プロトタイプ計測器を適用した A 邸の測定結果(診断システム中の「計測データ閲覧とリアルタイム診断」画面)の一例を示す。図5. 6、図5. 7は2010年11月14日から20日におけるデータを週単位で、図5. 8は2010年12月8日におけるデータを日単位で表示している。A 邸での計測システム適用により、無線通信による計測データの表示およびインターネット上からのデータダウンロードが可能であることが確認された。

5. 2. 3. 3 診断システムの適用結果

①A 邸における適用結果

図5. 9に「長期診断」結果の一例を示す。計測データは居間における11月の温度であり、月単位の頻度分布がどの程度快適範囲に収まっているかを示している。

診断システム中の「省エネ対策の提案」では、多数室熱負荷計算プログラム SMASH for Windows Ver.2.02(日本建築学会・省エネルギー機構)および生活スケジュール自動生成プログラム SCHEDULE Ver.2.0(空気調和衛生工学会)を用いて、省エネ対策を行った場合のエネルギー消費量削減効果を算出した。図5. 10に A 邸における実績値と計算値の比較を行い、数値計算の精度検証を行った結果を示す。実績値には2007年11月から2008年10月のデータを用いており、計算値は実績値の103%と高い精度での再現ができていることがわかる。図5. 11に、「省エネ対策の提案」として住宅の断熱性能を向上させた場合の例を示す。A 邸の断熱改修前の熱損失係数 $Q = 3.7\text{W/m}^2\text{K}$ であるのに対し、省エネ対策として断熱改修を行った計算モデルでは $Q = 1.3\text{W/m}^2\text{K}$ である。対策後の計算値は実績値に対して、暖房時期の各月で0.8~11.3GJ(21~65%)の削減効果が見られ、年間消費量についても54.5GJ(50%)の削減となった。

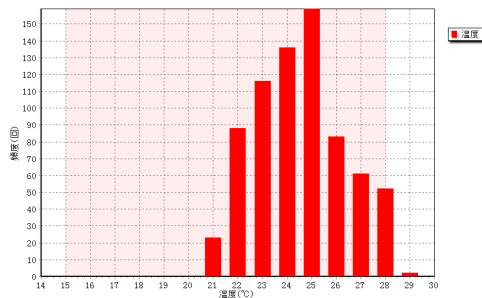


図5. 9 温度の長期診断例

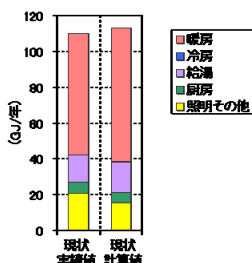


図5. 10 計算値の精度検証

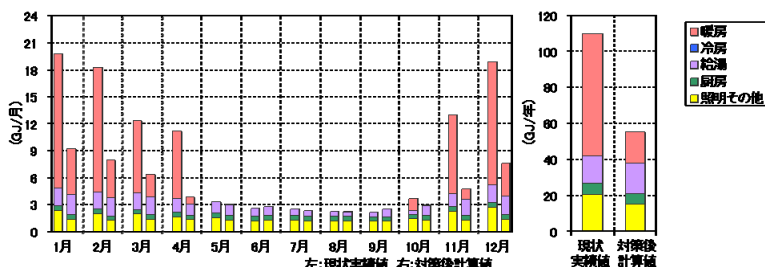


図5. 11 省エネ対策の提案例

②B 邸における適用結果

図5. 12に、断熱改修を行った場合の「省エネ対策の提案」例を示す。現状実績値には2009年の光熱費の検針票等から算出した値を用いている。B 邸における実測調査では調査期間が約2ヶ月と短く、十分な詳細データが取れていないことから、給湯および照明その他の用途に関しては計算を行っておらず、断熱改修のみ行った場合にこれらの用途でのエネルギー消費量は変化しないと仮定して、実績値をそのまま使用している。B 邸現状の熱損失係数 $Q = 3.8\text{W/m}^2\text{K}$ であるのに対し、省エネ対策として断熱

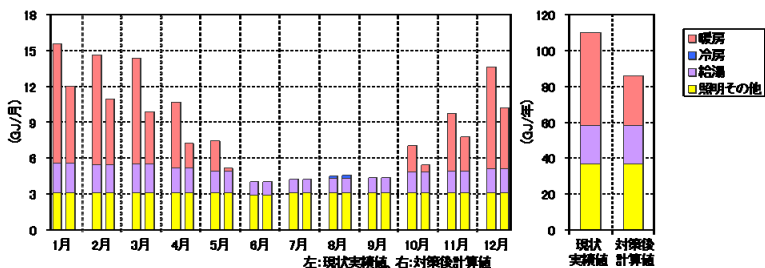


図5. 12 省エネ対策の提案例

改修を行った計算モデルの場合では $Q=1.9\text{W/m}^2\text{K}$ である。省エネ対策後のエネルギー消費量は暖房時期の各月で $1.6\sim 4.5\text{GJ}$ (25～32%) の削減が見られ、年間消費量についても 24.2GJ (22%) の削減となった。

5. 2. 4 成果のまとめと今後の課題点

本研究課題において、既存住宅のエネルギー消費および室内環境を測定し、省エネルギー性と健康性を診断するとともに、断熱改修、高効率機器の導入、ライフスタイルの変更等による効果の情報を居住者に提供する「省エネルギー・健康環境計測診断システム」のプロトタイプを開発した。今後、プロトタイプシステムを実在住宅へ適用した際の居住者の反応や意識の変化、住宅における室内環境の健康性・快適性や省エネルギー性の改善効果について追跡調査を行い、システムの効果や汎用性をより高めることにより、実用化および普及を図ることが今後の課題である。

6. 自己評価

既存住宅のエネルギー消費および室内環境を測定し、省エネルギー性と健康性を診断するとともに、断熱改修、高効率機器の導入、ライフスタイルの変更等による効果の情報を居住者に提供する「省エネルギー・健康環境計測診断システム」のプロトタイプを開発するという目的が達成できた。

本課題での成果のポイントは、以下の通りである。

- 1) エネルギー消費だけでなく、室内環境の健康性にも着目
- 2) 省エネルギー性・健康性の診断のための最適な評価項目の選定
- 3) 計測結果の比較対象として、各計測項目の基準値や指針値をデータベース化
- 4) 日単位、週単位、月単位、年単位での計測データの見える化
- 5) 日常的あるいは長期的な住宅の運用改善方法の提案およびその効果、目標に対する達成度の見える化
- 6) 本システムが居住者の運用改善に対する意識を高めるためのインセンティブになり得ることを確認

今後、本課題の成果を足掛かりとして、既存住宅における「低炭素化」と「健康な室内環境」の実現、すなわち、真に良質な住宅ストックの実現への展開を図っていきたい。

7. PO の見解

本研究は、家屋等でのエネルギー削減箇所を見出し、住まい手に省エネルギーのインセンティブを与えるような「省エネルギー・健康環境計測診断システム」を開発することを目的とした研究である。

計測システム、診断システム及びトータル設計とプロトタイプを開発するとい計画目標は十分に達成している。

但、評価者の目からは、開発したシステムが既存技術を組み合わせた適用であると理解される向きがある。一方では開発されたシステムは、今後普及していくためにはオーバースペックであるという意見もある

いずれにせよ本システムは、基礎研究の段階にあるというよりも、既に応用研究段階に入っていると評価できる。

8. 研究成果リスト

(1)論文(原著論文)発表

特になし

(2)特許出願

特になし

(3)口頭発表

特になし

(4)その他の成果(受賞、著書、招待講演、特記事項等)

特になし