



Title	住宅における環境負荷低減のためのエネルギー有効利用に関する基礎的研究
Author(s)	佐野, 史典
Citation	大阪大学, 2004, 博士論文
Version Type	
URL	<a href="https://hdl.handle.net/11094/44898">https://hdl.handle.net/11094/44898</a>
rights	
Note	著者からインターネット公開の許諾が得られていないため、論文の要旨のみを公開しています。全文のご利用をご希望の場合は、 <a href="https://www.library.osaka-u.ac.jp/thesis/#closed">〈a href="https://www.library.osaka-u.ac.jp/thesis/#closed"〉</a> 大阪大学の博士論文について <a href="https://www.library.osaka-u.ac.jp/thesis/#closed">〈/a〉</a> をご参照ください。

*The University of Osaka Institutional Knowledge Archive : OUKA*

<https://ir.library.osaka-u.ac.jp/>

The University of Osaka

氏名	佐野史典
博士の専攻分野の名称	博士(工学)
学位記番号	第18712号
学位授与年月日	平成16年3月25日
学位授与の要件	学位規則第4条第1項該当 工学研究科電気工学専攻
学位論文名	住宅における環境負荷低減のためのエネルギー有効利用に関する基礎的研究
論文審査委員	(主査) 教授 辻 毅一郎  (副査) 教授 伊瀬 敏史    教授 熊谷 貞俊    教授 伊藤 利道 教授 杉野 隆    教授 佐々木孝友    教授 西村 博明 教授 中塚 正大    教授 斗内 政吉    助教授 下田 吉之

### 論文内容の要旨

本論文は、環境負荷低減に効果的な対策を確立するための基礎的研究として、住宅におけるエネルギー消費の実態把握及びエネルギー有効利用に関する研究成果をまとめたもので、緒論、本章5章及び結論の全7章から構成されている。

第1章では、我が国におけるエネルギー消費及びその周辺事情の動向について整理し、住宅部門におけるエネルギー有効利用の重要性について述べるとともに、そのための各種省エネルギー技術・方策の定量的な評価を行うために必要である住宅におけるエネルギー消費の実態が十分に把握されていないことに触れ、本研究の立場を明確にしている。

第2章では、用途毎のエネルギー消費実態把握のために実施した関西文化学術研究都市の一般住宅におけるエネルギー消費計測調査について、計測対象世帯の選定過程及び計測項目を詳述している。

第3章では、第2章で述べたエネルギー消費計測調査の結果に基づいて各月平均の用途別エネルギー消費日負荷曲線を推定するために確立した一手法を提案すると共に、その妥当性に関する考察を加えている。更に、計測結果に適用することにより得られたデータベースについてまとめている。

第4章では、第2章の調査結果と第3章の用途別分解手法より得られた計測対象世帯におけるエネルギー消費の現状について、世帯間の差や、季節別・時刻別エネルギー消費の変化の特徴を示している。

第5章では、住宅において一般に暖房エネルギーの大半が使用される居間に着目し、計測結果より推定した世帯のライフスタイル、住宅の性能及び暖房システムに関する指標に基づいて、暖房用エネルギー消費構造に関する精度の高い重回帰モデルを構築している。また、得られたモデルを用いて住宅の暖房における省エネルギー可能性を評価し、各指標の改善による効果を定量的に示している。

第6章では、住宅用コージェネレーションシステムの導入による需要家のコスト、CO<sub>2</sub>排出量及び一次エネルギー消費量削減効果について、多目的最適化モデル及び計測調査より得た用途別エネルギー日負荷曲線を用いて評価を行い、都市ガスの料金体系・システムの運転に関する制約の導入効果への影響を示している。更に、導入効果と住宅のエネルギー消費の関係、導入後のエネルギー購入量の変化について述べている。

第7章では、本研究で得られた成果を総括している。

## 論文審査の結果の要旨

本論文では、本人が中心的な役割を果たした住宅部門のエネルギー消費に関する計測調査について詳しく述べ、計測によって得られたデータに基づいて住宅のエネルギー消費の実態を明らかにするとともに、省エネルギー及びエネルギー有効利用の可能性について定量的な評価を行った結果をまとめている。主な成果は以下の通りである。

- (1) 環境負荷低減方策提示の基礎データとして必要な最終用途毎のエネルギー消費実態を把握するため、関西文化学術研究都市内の一戸建て住宅を対象に実施されたエネルギー消費の計測調査において中心的役割を果たし、長期間にわたる詳細なエネルギー消費データの収集に成功している。同調査の概要は以下の通りである。計測対象世帯：4人世帯を中心とし、エネルギー消費量が多い世帯から少ない世帯まで広く分布するように選択。調査期間及び調査数：第一次計測：1998年10月～1999年11月（40軒）、第二次計測：1999年12月～2001年5月（36軒：内10軒は第一次計測からの継続分）を実施。計測項目：1)30分毎の住宅全体の電力・都市ガス消費量及び各電気機器（同時計測最大8台）の電力消費量、2)30分毎の室内及び外気の温湿度。3)灯油の購入量。転居等の特別な事情のなかった第一次計測世帯中37軒、第二次計測世帯中33軒について、予め計画した計測スケジュールに従い、全計測期間を通して計測データが収集できた。このような大規模、詳細なエネルギー消費の計測調査は、これまで我が国ではほとんど行われておらず、得られたデータベースの有用性は高い。
- (2) エネルギー消費計測調査データから各住宅の各月平均用途別電力及び都市ガス消費日負荷曲線を推定する方法を確立している。とくに用途別消費量の推定が一般的には困難な都市ガスについて、1)用途が給湯と厨房のみである期間は、基本的にガス給湯器の稼働状況を判定し、まず厨房用を特定した後、その特定された消費量に基づいて毎日毎時刻の用途別分解を行う、2)都市ガス暖房世帯の冬期は、用途が給湯と厨房のみである世帯の月別用途別消費量推移パターンに基づいて月平均の用途別分解を行う、という推定手法を提案するとともに、その推定結果が妥当であることをも示している。本手法を適用し、第一次計測世帯31軒、第二次計測調査における新規追加世帯17軒について、計測期間を通した月別の用途別エネルギー日負荷曲線が推定できている。また、都市ガスの用途別分解精度が高いと考えられる第一次計測世帯8軒、第二次計測調査における新規追加世帯7軒については、計測期間を通した日毎の厨房・給湯用都市ガス日負荷曲線が推定できている。その結果、計測対象世帯におけるエネルギー消費の1日の時間変化が冷房・暖房といった用途別に明らかとなり、エネルギー消費の実態に関するデータベースの構築に大きく貢献している。
- (3) 居間の暖房用エネルギー消費構造について、計測結果に基づく重回帰モデルを構築するとともに、同モデルを用いて居間の暖房における省エネルギー可能性を評価している。説明変数として世帯員のライフスタイルに関連する暖房時間及び暖房時室温、住宅の性能に関連する室温維持特性及び暖房システムの効率といった指標を考え、これらを計測結果より推定した。更に、暖房時室温及び室温維持特性に基づいて暖房負荷に準ずると考えられる暖房度面積を新たに定義し、この値を算出した。この暖房度面積を、暖房時間及び暖房システムの効率と共に暖房用エネルギー消費構造に関する重回帰モデルの説明変数として利用した。その結果、自由度調整後の決定係数が0.916の重回帰モデルが構築できている。本モデルにより、住宅の室温維持特性向上による省エネルギー効果が大きく、分析対象とした世帯平均では、居間における暖房用エネルギー消費を約13.7%削減できる可能性があるとして算定している。
- (4) 最近技術進歩の著しいマイクロジェネレーションシステム（以下では $\mu$ CGSと略記）の導入効果を、計測調査から得られた用途別エネルギー日負荷曲線を利用して明らかにしている。導入効果の評価は、一次エネルギー消費量、二酸化炭素排出量、費用の各指標を考慮して構築した多目的の最適化モデルを使用し、各需要家におけるパレート最適解を算出することにより行っている。その結果、(1)都市ガスの料金体系が $\mu$ CGS対応でなければコスト削減は困難、(2) $\mu$ CGSの部分負荷運転や一時停止が技術的に可能になれば、二酸化炭素排出量削減や一次エネルギー消費量削減がより効果的に達成可能になる、(3)分析対象とした世帯について、年間エネ

ルギー需要（特に $\mu$  CGS の供給対象となる電力・給湯）が大きい程 $\mu$  CGS の導入によるコスト・CO<sub>2</sub>・一次エネルギーの削減量が多くなる傾向にある、などの新しい知見が得られている。

以上のように、本論文は、住宅部門についてエネルギー消費に関する原データの収集を首尾良く遂行し、用途別分解手法の一つを確立して利用しやすいデータベースの構築に大きく貢献するとともに、省エネルギー効果の定量的評価に有用なモデルやコージェネレーションシステムの導入評価に関する方法論、及びそれらに基づく新しい知見を提供しており、エネルギーシステム工学の進展に寄与するところが大きい。よって本論文は博士論文として価値あるものと認める。