

機関番号：13904

研究種目：若手研究（B）

研究期間：2008～2010

課題番号：20760391

研究課題名（和文）

少人数世帯の住宅内エネルギー消費を考慮した家族類型別省エネルギー手法の提案

研究課題名（英文）

Proposal of energy-efficient measures for each family type allowing for energy consumption of few member households

研究代表者

源城 かほり（GENJO KAHORI）

豊橋技術科学大学・大学院工学研究科・助教

研究者番号：90315648

研究成果の概要（和文）：学生単独世帯を対象とした住まい方とエネルギー消費に関するアンケート調査と、高齢夫婦世帯を対象としたエネルギー消費量の実測調査および省エネライフスタイル実験を実施し、少人数世帯の住宅内エネルギー消費特性と省エネルギー行動の実態を明らかにした。また、学生単独世帯において今後取り組む必要のある省エネルギー行動や、高齢夫婦世帯において省エネルギーに効果的だった省エネルギー行動の内容について整理し、家族類型別省エネルギー手法を提案する上での基礎資料を整備した。

研究成果の概要（英文）： Questionnaire survey on lifestyle and energy consumption of student one-person households, measurements on energy consumption of aged conjugal households and experiments on lifestyle modifications for energy conservation were carried out in order to clarify the characteristics of energy consumption and energy conservation behavior in few member households. The information on energy conservation behaviors for student one-person households to act further and efficient measures for energy conservation in aged conjugal households were also classified into energy-efficient measures for each family type.

交付決定額

（金額単位：円）

	直接経費	間接経費	合計
2008年度	1,000,000	300,000	1,300,000
2009年度	1,600,000	480,000	2,080,000
2010年度	500,000	150,000	650,000
年度			
年度			
総計	3,100,000	930,000	4,030,000

研究分野：工学

科研費の分科・細目：建築学・建築環境・設備

キーワード：少人数世帯、住宅、エネルギー消費、家族類型、省エネルギー、ライフスタイル

1. 研究開始当初の背景

住宅部門の温室効果ガス排出量の削減は急務の課題となっており、地球温暖化問題の解決のために、長期的な対策が必要とされている。他方、今後、日本の世帯数は増加し、世帯構成が変化して単独世帯が最も多い家

族類型となり、今後も増加し続けることが予想されている。一人当たりのエネルギー消費量は少人数世帯の方が多くなるという報告もあるが、調査例は少ないことから、単独世帯を始めとする少人数世帯のエネルギー消費特性を明らかにする必要がある。さらに、

住宅を対象とした省エネルギー手法のほとんどが家族世帯向けに提案されたものであり、少人数世帯向けのそれは整備されていない。したがって、今後世帯数の増加が予想され、一人当たりのエネルギー消費量も多い少人数世帯のエネルギー消費特性を明らかにした上で、少人数世帯向けの省エネルギー手法を整備していく必要がある。そのようなして、家族類型別に省エネルギー手法を整備していくことが、日本の世帯構造の変化を踏まえた長期的な住宅向けの省エネルギー対策として有効であると考えられる。

2. 研究の目的

住宅において長期的な省エネルギー化を進めるためには、住宅の断熱気密化や高効率機器の導入といったハード面での対策だけでなく、ソフト面での対策、つまり省エネルギーに配慮したライフスタイルをできるだけ多くの実践してもらう必要がある。しかしながら、現在提案されている省エネルギー手法のほとんどが家族世帯向けのものであり、現在最多の家族類型である単独世帯をはじめとする少人数世帯に対応した省エネルギー手法は整備されていない。さまざまな家族類型に対応したきめ細やかな省エネルギーライフスタイルのメニューを整備、提案することが長期的な省エネルギー化のために重要である。したがって、本研究では家族類型別省エネルギー手法の提案に向けた基礎的資料を整備することを目的として、実態データが非常に少ない単独世帯を含む少人数世帯を対象とした調査研究を実施し、住宅内エネルギー消費の実態把握と消費特性を解明する。

3. 研究の方法

少人数世帯のエネルギー消費実態の解明のために、以下の方法を用いる。

- (1) アンケート調査による少人数世帯におけるエネルギー消費と省エネルギーへの取り組みに関する実態把握
- (2) 住宅内エネルギー消費量の詳細測定による少人数世帯のエネルギー消費特性の解明
- (3) 省エネライフスタイル実験に基づく少人数世帯における住宅内省エネルギーの可能性に関する検討

(1)では、少人数世帯のうち、単独世帯に着目し、学生単独世帯を対象としたアンケート調査を実施する。アンケート調査用紙は講義時間を利用して配布し、1~2週間後を目途に回収箱に提出してもらう。アンケート調査と共に、室内温度測定のための液晶温度計も配布する。調査内容は、住宅属性のほか、各種設備および家電機器の所有状況と使用状況、環境問題への意識、省資源行動および省

エネルギー行動、室内温度(在室時の居間1mの温度を5日間読み取ってもらう)、住宅内エネルギー消費量(年間光熱費、年間電気・ガス支払金額、年間灯油購入量および購入金額、月別電気・ガスの使用量または支払金額、月別灯油購入量または購入金額)である。調査の結果を統計的に処理し、単独世帯のエネルギー消費量や省エネルギー行動を含む住まい方について、家族世帯や寮世帯との比較を通じて分析し、その実態を解明する。

(2)では、少人数世帯のうち、2人世帯に着目し、高齢夫婦世帯を対象とした住宅内エネルギー消費量および熱環境の詳細測定を実施し、事例を臨床的に分析する。住宅内エネルギー消費量は熱源別(電力、ガス、灯油)に年間を通じて測定し、年積算エネルギー消費量を把握し、他の調査と比較する。また、エネルギーの用途別に分類して、エネルギー消費特性を明らかにする。エネルギー消費量は、住宅で形成される熱環境と密接な関わりがあるため、熱環境の快適性についても評価する。熱環境の評価指標として、室内温湿度、グローブ温度を測定する。

(3)では、(2)の詳細測定期間中、一週間、省エネルギーに配慮した住まい方に変えてもらう実験(以下、省エネライフスタイル実験と呼ぶ)を実施する。測定対象住宅の所有機器に応じた省エネライフスタイルメニューを作成、提示し、居住者に無理のない範囲での実行を依頼する。その際、メニューの実行時および実行前後において、アンケートにより、メニュー実行度を把握する。実行度の変化と、実行時および実行前後のエネルギー消費量の変化の関連性について分析し、高齢夫婦世帯にとって効果的な省エネルギー手法について明らかにする。

4. 研究成果

少人数世帯の住宅内エネルギー消費実態について得られた成果について、以下にまとめる。

- (1) アンケート調査による学生単独世帯におけるエネルギー消費と省エネルギーへの取り組みに関する実態

調査は2008年7月に実施した。アンケートの回収数は191件(家族世帯67件、単独世帯106件、寮世帯18件)である。

①単独世帯の90%以上で、冷蔵庫、炊飯器、電子レンジ、テレビ、ノートパソコン、洗濯機、掃除機などほとんどの家電機器が所有されている。ただし、ビデオやデスクトップパソコン、CD/MDコンポ、暖房便座は家族世帯の方が所有率が高い(図1)。

②単独世帯において家族世帯に比べて実行度が低かった省エネルギー行動は次のとおりである：「空調機器の設定温度

を調節する」, 「空調機器のエアフィルターを掃除する」, 「シャワーを流しっぱなしにしない」, 「省エネ型の蛍光灯を使用する」, 「季節に合わせて冷蔵庫の庫内温度を調節する」, 「テレビを付けっぱなしにしたまま他の用事をしない」。なお, 寮世帯における省エネルギー行動の実行度は, 家族世帯と単独世帯のそれに比べて低い(図2)。これらは今後, 学生単独世帯で取り組むべき省エネルギー行動であると考えられる。

③単独世帯では, 省資源行動への取り組みの度合いが, 家族世帯に比べてやや低い傾向がある。寮世帯でも同様の傾向が見られる。

④年積算エネルギー消費量の家族類型別平均は家族世帯 62GJ/年, 単独世帯 12GJ/年であり, 一人あたりに換算すると, 家族世帯 15GJ/人・年, 単独世帯 12GJ/人・年である。これは, 既往研究にて報告されている一人当たりの年積算エネルギー消費量は家族人数が少ないほど大きくなるという知見とは逆の結果となっている。単独世帯の年積算エネルギー消費量を他調査(関東(井上ら, 2006), 全国(住環境計画研究所, 2007))と比較しても少ない(図3)。この理由として, 学生単独世帯は他の単独世帯(社会人, 高齢者)と比べて, エネルギーを節約して使うためにエネルギー消費量が少ないことが予想される。また, 調査対象地域が東北であったことを考慮すると学生単独世帯の年積算エネルギー消費量は他の家族類型や, 他の属性を持つ単独世帯と比較しても少ないと言える。

(2)住宅内エネルギー消費量の詳細測定による少人数世帯のエネルギー消費特性

測定は2008年8月から2009年8月までの約1年間実施した。測定対象住宅は, 建築後30~40年が経過した秋田県にかほ市内の木造戸建住宅2軒(D01邸, D02邸)である。2軒とも高齢夫婦が居住している。

①2軒の年積算エネルギー消費量はそれぞれ46GJ/年, 44GJ/年であり, 他調査(秋田県, 2007年)に比べて2割少ない(図4)。高齢夫婦世帯では他の家族類型に比べて年積算エネルギー消費量が少なくなる傾向があるのではないかと推測される。

②2軒の年積算エネルギー消費量の用途別内訳を見ると, D01邸では空調35%, 給湯26%, 厨房20%, 冷蔵庫10%, 娯楽情報3%, 家事衛生2%, 照明他4%であるのに対し, D02邸では空調53%, 給湯17%, 厨房12%, 冷蔵庫4%, 娯楽情報3%, 家事衛生3%, 照明他8%

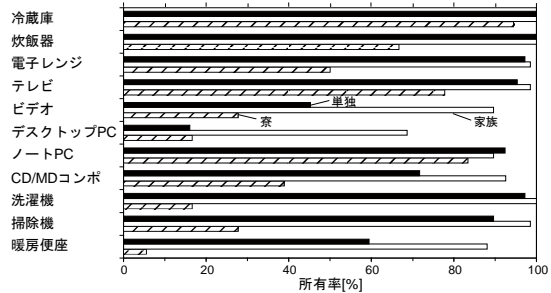


図1 家電機器の所有率

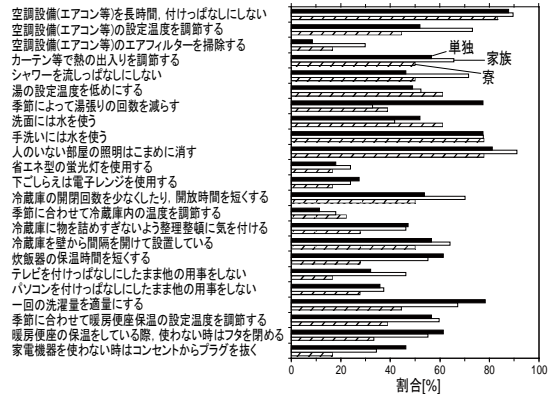


図2 省エネルギー行動の実行度

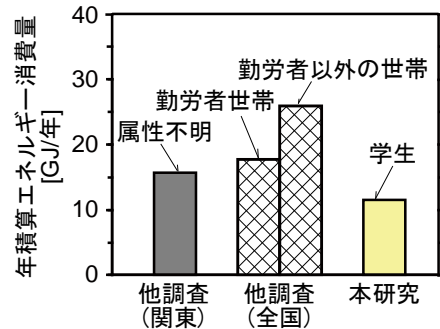


図3 単独世帯の年積算エネルギー消費量

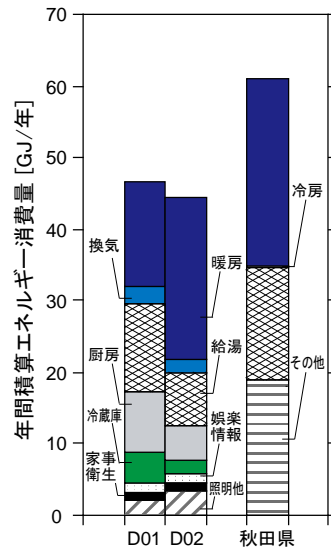


図4 測定対象の年積算エネルギー消費量

となっている(図4)。これは後述するように、暖房および給湯設備の使用法、機器の保有状況など、住まい方の違いによるところが大きい。

③年積算用途別エネルギー消費量を他調査(秋田県, 2007年)と比較すると、暖房に関してはD02邸では他調査と同程度、D01邸では4割少ない。給湯に関しては、他調査(秋田県, 2007年)に比べD01邸では3割弱、D02邸では5割ほど少ない。D01邸では暖房機器の台数が少なく、居間を中心とした限られた暖房しか使用していないために暖房エネルギーが抑えられており、D02邸では間隔を空けずに入浴し、追い炊き頻度を少なくすることや、長期の外出時には電気温水器の電源を切るなどの工夫をしているために給湯エネルギーが少なくっていると推測される。

④冬期において外気温度が終日0°C以下の場合の室内熱環境については、居間温度では暖房運転時には20°C前後に保たれているものの、暖房設備のないD01邸の寝室やD02邸の玄関では終日10°C程度であり、室間温度差が大きい。また、外出時や就寝時に暖房を切った後の居間温度の低下が激しく、D01邸では10°C以下、D02邸では12°C程度まで低下している。高齢者にとって温度差が大きい熱環境は健康上好ましくなく、温度差の解消は高齢者住宅において今後取り組むべき課題であると考えられる(図5)。

⑤吉野のグレード評価法を用いて、幾つかの熱環境の指標をそれぞれ5段階評価した。その結果、グレードの平均値は、D01邸3.5、D02邸2.7となり、冬季の室内熱環境の快適性は良好であるとは評価できないことがわかった(表1)。2軒とも明け方の居間温度や団らん時の寝室温度が低く、グレードが2または3の評価となっており、またD02邸では団らん時の居間温度が非常に低く、グレードが1の評価となっている。このような熱環境の質の低さは、暖房を間欠運転していることや、高齢者は採暖という旧来の暖房スタイルを取ることが習慣化されていることに起因している。したがって、暖房エネルギーを抑えながらも室内熱環境の快適性は向上させていくことが今後の課題である。

(3)省エネライフスタイル実験に基づく少数人数世帯における住宅内省エネルギーの可能性

実験は、測定対象住宅2軒において、冬期、春期、夏期の順に実施し、2009年

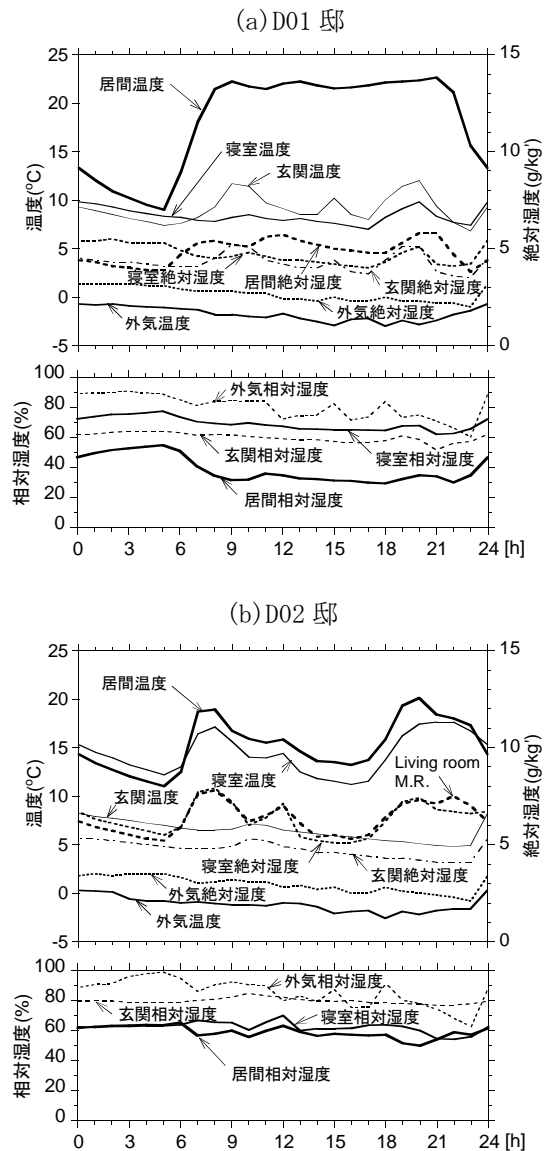


図5 測定対象の冬期の温湿度変動

表1 室内熱環境のグレード評価結果

熱環境の指標		D01邸	D02邸
居間温度	床上1mの温度(グレード)	22.4 (4)	13.2 (1)
	団らん時		
	上下温度差(グレード)	2.8 (4)	3.1 (4)
	グローブ温度差(グレード)	1.3 (5)	0.0 (4)
明け方の最低温度(グレード)		6.8 (2)	5.2 (2)
寝室温度(団らん時)(グレード)		10.0 (2)	12.3 (3)
廊下温度(団らん時)(グレード)		10.9 (4)	6.0 (2)
グレードの平均		3.5	2.7

2月、5月、8月の各1週間を実験期間とした。

①住宅によって省エネライフスタイルメニューへの取り組みに差が見られ、そ

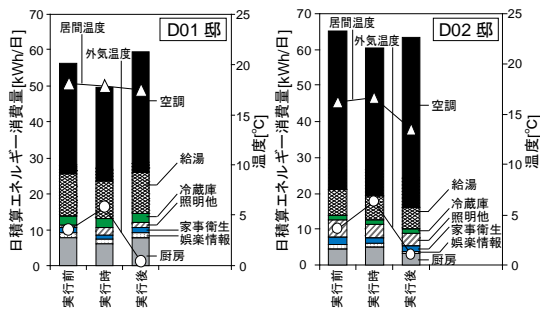


図 6 冬期省エネライフスタイル実験結果

のことが省エネルギー効果の度合いを左右している。

- ②省エネライフスタイル実験時と実験前後のメニュー実行度を比較すると、最初に実施した冬期実験時における実行度が春期、夏期のそれに比べて高かった。測定の経過と共に、すでに実施している省エネライフスタイルメニューが多くなり、2回目の春期実験、3回目の夏期実験では実験時と実験前後の実行度の変化がほとんど見られなくなった。
- ③省エネルギー効果の見られた冬期実験について、実行時1週間の平均日積算エネルギー消費量は実行前の1週間に比べて、D01邸 7.5kWh/日、D02邸 4.8kWh/日の減少が見られた(図6)。日積算エネルギー消費量が減少した主な要因は、2軒とも給湯エネルギーの減少であり、給湯に関する省エネライフスタイルメニューの実行度が高かったことがエネルギーの削減につながったと考えられる。なお、空調エネルギーに関しては、実験前後で外気温度の変更があるため、内外温度差で補正したところ、省エネライフスタイル実験時における空調エネルギーの減少は見られなかった。
- ④対象住宅2軒はもともとエネルギー消費量が少なく、現状よりもエネルギー消費量を減らすのが難しかったと考えられる。
- ⑤各住宅の実験結果より、季節ごとに効果的な省エネライフスタイルメニューを抽出し、高齢夫婦世帯向けの省エネルギー手法として整理した(表2)。東北地方の住宅においては、空調(暖房)と給湯が総エネルギー消費量に占める割合が高いことから、対象住宅2軒においても空調や給湯を中心とする省エネライフスタイルメニューが効果的であった。

表 2 高齢夫婦世帯向け省エネルギー手法

(a)D01 邸

用途	省エネライフスタイルメニュー
空調	温水ルームヒーター ・設定温度を1°C低くする ・使用時間を1時間短くする (外出・就寝の前は早めに切る)
給湯	ガス給湯器 ・湯の設定温度を1°C低くする ・入浴は間隔を空けずに続けて入り、二度焚きをしないようにする

(b)D02 邸

用途	省エネライフスタイルメニュー
空調	FF式石油ストーブ ・部屋が一通り暖まったら火力を弱めて運転する ・使用時間を1時間短くする (外出・就寝の前は早めに切る)
給湯	電気温水器 ・湯張りの位置を低めに設定する ・洗顔には水を使う ・手洗いには水を使う
娯楽情報	・テレビの使用時間を1時間短くする
照明	・人のいない部屋など、無駄な明かりをつけない

以上のとおり、本研究では、国内において調査例が少なく、これまで、そのエネルギー消費実態が明らかでなかった少人数世帯のうち、学生単身世帯と高齢夫婦世帯のエネルギー消費実態を明らかにした。今後の展望として、家族類型別省エネルギー手法の提案に向けて、本研究で明らかにした学生単身世帯と高齢夫婦世帯以外の家族類型(例えば、社会人や高齢者の単身世帯、高齢者以外の2人世帯)に関する調査研究が望まれる。

5. 主な発表論文等

(研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線)

[雑誌論文] (計 2 件)

- ① Kahori Genjo, Shin-ichi Matsumoto, Ken-ichi Hasegawa, Ayaka Saito, Measurement of energy consumption and indoor climate for aged conjugal households in cold climatic region of Japan, Proceedings of Clima 2010, 査読有, R2-TS42-PP01(p7), 2010.
- ② Kahori Genjo, Shin-ichi Matsumoto, Ken-ichi Hasegawa, Keiji Kitahara, Masanori Sugawara, Questionnaire survey on energy conservation behavior of university students in Japan, Proceedings of Healthy Buildings 2009, 査読有, ID805(p4), 2009.

[学会発表] (計 5 件)

- ① 源城かほり, 齋藤綾加, 松本真一, 長谷川兼一, 高齢少人数世帯のエネルギー消費量の実態と削減に関する実測調査, 日本建築学会学術講演会, 2010年9月9日, 富

- 山大学(富山県富山市).
- ② 齋藤綾加, 松本真一, 長谷川兼一, 源城かほり, 高齢少人数世帯の住宅内エネルギー消費特性に関する事例研究 その 1 エネルギー消費量の実態と削減に関する実測調査, 日本建築学会東北支部研究報告会, 2010年6月20日, 東北芸術工科大学(山形県山形市).
 - ③ 源城かほり, 菅原正則, 松本真一, 長谷川兼一, 単独世帯の住まい方とエネルギー消費実態に関する調査研究—宮城県の大学生を対象としたアンケート調査結果—, 日本建築学会東海支部学術研究発表会, 2010年2月21日, 名古屋大学(愛知県名古屋市).
 - ④ 源城かほり, 松本真一, 長谷川兼一, 北原啓司, 菅原正則, 学生単独世帯の住宅内エネルギー消費特性に関するアンケー

ト調査, 日本建築学会大会学術講演会, 2009年8月29日, 東北学院大学(宮城県仙台市).

- ⑤ 源城かほり, 松本真一, 長谷川兼一, 高齢少人数世帯の住宅内エネルギー消費に関する実測調査, 日本建築学会東北支部研究報告会, 2009年6月21日, コラッセ福島(福島県福島市).

6. 研究組織

(1) 研究代表者

源城 かほり (GENJO KAHORI)

豊橋技術科学大学・大学院工学研究科・助教

研究者番号 : 90315648