

平成 21 年 6 月 24 日現在

研究種目：基盤研究（B）
研究期間：2006～2008
課題番号：18300242
研究課題名（和文） ライフスタイルの変更による住宅の省エネルギー対策の効果の予測
研究課題名（英文） PREDICTION OF THE QUANTITY OF ENERGY SAVINGS BY THE CHANGE OF LIFE STYLE IN HOUSES
研究代表者
松原 斎樹（MATSUBARA NAOKI）
京都府立大学・生命環境科学研究科・教授
研究者番号 80165860

研究成果の概要：暮らし方による暖冷房使用期間の変更による省エネルギー効果は、次世代モデルでは暖房で最大 17%，冷房で最大 32%，無断熱モデルでは暖房で最大 27%，冷房で最大 28% であること推定された。また、補助暖冷房器具を併用した場合の省エネルギー効果は、次世代モデルでは暖房で最大 27%，冷房で最大 22%，無断熱モデルでは暖房で最大 27%，冷房で最大 37% であると推定された。

交付額

(金額単位：円)

	直接経費	間接経費	合計
2006 年度	3,900,000	1,170,000	5,070,000
2007 年度	1,900,000	570,000	2,470,000
2008 年度	1,800,000	540,000	2,340,000
年度			
年度			
総計	7,600,000	2,280,000	9,880,000

研究分野：総合領域

科研費の分科・細目：生活科学一般

キーワード：温暖化，住宅，ライフスタイル，省エネルギー

1. 研究開始当初の背景

生活科学的視点からの温暖化対策としては、増大を続ける民生用エネルギー消費量の削減が重要である。地球レベルの問題ではあるが、一般市民が日常生活の中で取り組める対策も少なくない。特に家庭用エネルギー消費量の 30% 以上を占める暖冷房エネルギー消費量の増大を防ぐことは、たいへんに重要である。

政府の温暖化対策要綱でもライフスタイルの変更による対策への期待が大きいが、一方でその効果に関しては疑問も強く、ラ

イフスタイルの変更による対策の効果予測に関する研究活動が求められている。

人間の生活の中には、体温調節のための行動がいろいろと見られるが、その中には、省エネルギー対策として、見直すべきものが少なくない。生活水準をあまり下げないで、省エネルギー対策として有効なものを取りあげて、効果を実証することは、今日の情勢において有益である。

2. 研究の目的

本研究では、夏の通風や扇風機の活用、冬

の採暖器具の活用，以上による暖冷房期間の短縮，および視覚・聴覚刺激による寒暑の感覚の緩和による省エネルギー効果に注目して，以下の課題に取り組むものである。

(1) 実態調査による暖冷房器具使用実態および温熱環境実態の把握

(2) 視覚・聴覚刺激による心理的効果の推定

(3) 行動性の体温調節を考慮するための体感温度の推定精度の向上

(4) 暮らし方の違いによる年間暖冷房エネルギーの低減効果のシミュレーションによる推定

(5) 生活科学的な視点からの考察

3. 研究の方法

(1) 実態調査

①京都市内の賃貸集合住宅を対象として，夏期の住まい方と意識に関するアンケート調査を行った。期間は2006年8月～9月で，ポスティング配布，郵送回収とした。

②夏期と冬期の各熱環境調節機器の使用についてのアンケート調査を2回にわけて行った。調査対象地域は京都市内の北白川，西陣，洛西の3地域とし，調査対象住戸は戸建住宅とした。配布回収方法は，訪問配布，郵送回収とし，訪問時に不在の場合にはポスティング配布・郵送回収に変更して行った。夏期調査を2007年10月中旬から11月中旬，冬期調査を2008年5月中旬から6月上旬に行った。

(2) 視覚・聴覚刺激による心理的効果

本課題では，特に複合環境評価における効果のメカニズムについてより詳細に検討するために，以下の4つの実験・分析を行った。

①：23.0℃（寒不快）、27.0℃（熱的中立）、31.0℃（暑不快）の3段階の温熱条件下において，壁面の色彩を暖色・寒色に加工した住宅室内画像を呈示し，被験者の眼球運動を測定した。被験者は12名の男子大学生であった。

②：①の追実験として，特に27.0℃、31.0℃、34.0℃の高温側不快温熱条件下において同様の住宅室内画像，および環境音として「風鈴の音」を呈示し，被験者の眼球運動を測定した。被験者は8名の男子大学生であった。

③：温熱・視覚・聴覚要因による複合環境評価に関する既報のデータを用いて，共分散分析により再分析を行った。これらの既報では温熱要因として21.0℃～34.0℃の室温を，視覚要因としてスライド画像および色彩（暖色・寒色）を，聴覚要因として6～7種類の

環境音を用いていた。

④ 3段階の温熱条件（夏期27.0℃、31.5℃、34.5℃、冬期19.5℃、22.5℃、27.0℃）と色彩条件（夏期は寒色、冬期は暖色）の複合環境において，教示によって被験者の注意をコントロールすることを意図し，「教示を与えない」「温熱環境に注目」「色彩に注意」の3種類の教示条件を設定し評価実験を行った。被験者は夏期・冬期合わせて149名であった。

(3) 体感温度推定精度の向上

人体の伝熱面積の実測：体表面積の直接採取には，サージカルテープを直接体表面に貼付し，その被覆に要したテープの面積を測定する方法を用いた。次に，伝導伝熱面積の実測には藏澄らの透明フィルム透写法を用いた。次に，対流伝熱面積の実測には藏澄らの体表面塗布法を用いた。そして，放射伝熱面積の実測には堀越らの写真撮影法を用いた。立位と椅座位，正座位，胡座位，横座位，立て膝位，投げ足位，側臥位，仰臥位姿勢における伝熱面積率を直接測定により求めた。

人体の熱伝達率の実測：サーマルマネキンと温熱環境とを定常状態に保つことで，局所の放射熱伝達量と局所の総合熱伝達量を，それぞれ放射束センサと熱流束センサを用いて直接実測する方法を用いた。

(4) シミュレーションによる推定

住宅用熱負荷計算ソフト SMASH for Windows Ver.2 を用いた。

4. 研究成果

(1) 実態調査の成果

夏期の集合住宅居住者の調査の知見

① 夏期の理想の熱環境調節手法は窓開放による自然通風を含む熱環境調節手法を望む居住者が半数以上であった。

② 窓を閉じて生活することへの抵抗感が『非常にある』と答えた回答者は，朝が最も高く，睡眠中は最も低かった。抵抗感を感じる理由としては，『自然風を感じられない』『熱がこもる』の回答率が高かった。

③ 多くの居住者が『窓開放』を理想としているが，就寝時と睡眠中には行っていない。

④ エアコン使用時間調査の結果をクラスター分析を行い，居住者を6つの型に分類した。

⑤ 各型で理想の熱環境調節手法の傾向は異なり，エアコンを使用しないI型は『W(窓開放を行い，自然通風による熱環境調節)』の回答率が45%以上あり，エアコンを多く使用するII型は『A(エアコンによる熱環境調節)』『F+A(扇風機とエアコンの同時使用による熱環境調節)』『W+A(自然通風とエアコンの同時使用による熱環境調節)』を合わ

せた回答率が60%とエアコン使用を求める居住者が半数以上であった。

- ⑥ 冷房使用開始時期が早い居住者ほど暑がりであり、冷房に対する苦手が小さい。
 - ⑦ 冷房使用開始時期が早い居住者ほど冷房使用時間・期間が長く、扇風機使用時間が短い。また、扇風機使用習慣が冷房使用開始時期を遅らせる可能性、冷房使用期間を短縮する可能性も考えられた。
 - ⑧ 開始時期が早い居住者ほど快適な温熱環境の実現を優先し、遅い居住者ほど節約した生活を優先していた。
- 京都市の戸建住宅を対象とした調査の知見。
- ⑨ 夏期の冷房使用率は92%、冬期の暖房使用率は98%であった。使用率50%基準の時、冷房の開始時期は7月上旬、終了時期は9月下旬、冷房使用期間は約90日であった。暖房の開始時期は11月中旬、終了時期は4月中旬、暖房使用期間は約150日であった。
 - ⑩ 夏期のエアコン(冷房)と扇風機の開始時期が早い世帯では、終了時期が遅く、使用頻度が高く、使用時間が長い傾向が見られた。冬期のファンヒーター、エアコン(暖房)、電気ストーブ、床暖房、電気カーペット、コタツにも同様の傾向が見られた。しかし、ストーブ、加湿器では使用頻度のみ結果が異なり、相関関係が見られなかった。
 - ⑪ 夏期の扇風機を併用する世帯はエアコン(冷房)単独使用世帯との間に、「使用頻度」、「使用時間(平日)」、「使用時間(休日)」に有意な差が見られた。冬期には、エアコン(暖房)のコタツ併用世帯はエアコン(暖房)単独使用世帯との間に、「使用頻度」に有意な差が見られた。いずれの場合も「使用期間」への影響は見られなかった。

(2) 視覚・聴覚刺激による心理的效果

①より、中程度暑不快な温熱条件において、寒色がより多く、長く注視され、一方中程度寒不快な温熱条件においては、暖色がより多く、長く注視される傾向が示された。この傾向は追実験として行った②においても確認された。これらの結果より「人は温熱的不快感を軽減するために、暑いときには寒色を、寒いときには暖色をより多く見る」との仮説が支持されたと考えられる。

また、②においては「風鈴の音」を対象として環境音の効果を検討し、特に中程度不快温熱域において「風鈴の音」を呈示することにより、上記の傾向が顕著に現れることを明らかにしている。

③では「温冷感」評価と「寒暑の印象」評価における回帰式勾配の違いから、「寒暑の

印象」では複数の環境要因に注意が配分されており、呈示される環境要因が多くなるにつれて個々の要因に配分される注意資源が減少することが示された。ただしこの配分は与えられる要因の種類、また刺激の内容によっても異なる。

上記の研究が複合環境における受動的な注意の方向を検討したのに対し、④では教示によって被験者の注意をコントロールすることにより、特定の要因に注意が向けられた時の複合環境評価の特性が検討されている。特に色彩に注意を向けた条件では、夏期に寒色を呈示することによってより「涼しく」、また冬期に暖色を呈示することによってより「暖かく」感じられることを示されている。また、この効果は熱的に不快な温度条件においても有効であった。

(3) 体感温度推定精度の向上

対流伝熱面積率は、放射伝熱面積率よりも大きな値となることを明らかにした。また、対流伝熱面積は人体の全体表面積よりも小さな値となることを実測により実証した。立位や椅座位でも体表の多くの部分が気流に開放されておらず、熱平衡式には有効対流面積率が不可欠な要因となることを実証した。

放射伝熱面積率については、姿勢の違いによる伝熱面積の違いを明らかにすることで、体表面が接触したり、体を屈曲させる姿勢の放射伝熱面積は、立位姿勢と比較して小さくなり、姿勢の影響が顕著であることを明らかにした。

伝導伝熱面積率については、立位や椅座位姿勢を除き熱授受量を定量的に把握することが困難であったが、体表部位毎の面積比を明らかにすることで伝導熱授受量の定量化を可能にした。

人体の熱伝達率については、立位(大気開放、床面接触)と椅座位(大気開放、椅子座面・椅子背凭れ面・床面接触)、胡座位(床面接触)、投げ足位(床面接触)、仰臥位(床面接触)の7つの姿勢における人体全身の熱伝達率をサーマルマネキンを用いた実測によって求めた。

対流熱伝達率については、姿勢別の人体の対流伝熱面積により修正された平均皮膚温と気温との温度差を駆動力とした人体全身の自然対流時における対流熱伝達率の回帰式を姿勢別に提案した。床面との接触が存在する部位の局所の対流熱伝達率は小さく、対流に対する表面の開放度が大きな部位が大きくなる傾向を明らかにした。対流伝熱面積を考慮した修正平均皮膚温と気温との温度差が大きくなるといずれの姿勢とも対流熱

伝達率は大きくなる傾向を示した。体表面と床面との接触による影響が顕著に示されることを明確にした。

放射熱伝達率については、姿勢別の人体の放射熱伝達率を提案した。部位表面との接触や相互の距離に加えて、床面との接触による影響が顕著に現れることを明らかにした。

(4) シミュレーションによるエネルギーの低減効果の推定

生活実態を反映した暖冷房スケジュール等を用いシミュレーションソフトによる計算を行い、以下の結果を得た。

1)暖冷房使用期間の異なる暖冷房スケジュールを用い省エネルギー効果に関する計算を行った結果、次世代モデルでは暖房で最大17%、冷房で最大32%、無断熱モデルでは暖房で最大27%、冷房で最大28%削減できる可能性が示唆された。2)補助暖冷房器具を併用した場合の暖冷房スケジュールを用い省エネルギー効果に関する計算を行った結果、次世代モデルでは暖房で最大27%、冷房で最大22%、無断熱モデルでは暖房で最大27%、冷房で最大37%削減できる可能性が示唆された。3)住宅性能によって消費エネルギーや暖房と冷房の占める割合は異なるが、いずれの住宅でも住まい方変更による省エネルギー効果の可能性が示唆された。

但し、本研究では、視覚・聴覚要因の心理的効果の推定は、十分にできていないので、今後の課題として残された。

(5) 生活科学的な視点からの考察

①日本の伝統的な住まいは、畳の上に座して暮らす「ユカ座」式であったが、第二次大戦後の近代化洋風化の流れのなかで、洋室化とイス座化が進行した。とりわけ、洋室の居間（リビングルーム）は、家族生活の中心的な場として広く普及している。このリビングルームでの暮らし方の実態を既存調査から把握し、省エネルギー的ライフスタイルとのかかわりを検討した結果、以下の知見が得られた。

②家族生活の中心的空間であるリビングルームは、「話をする、TVを見る、音楽を聴く、家事をする（洗濯物たたみ、家計簿つけ等々）、子どもが遊ぶ・勉強する、新聞や雑誌を読む、着替えをする」等々、様々な行為に使われる多目的空間である。広さとの関係では、リビングルームが広いほど多目的性は増す。これらの行為には、各々にふさわしい姿勢と起居の様式—イスに腰掛けたり、ユカに座ったり、寝ころんだりなど—が採られて

いる。

③しつらえの点でも、座面の低いソファ類を置き、ユカに座っても使える低めの机やコタツ机を用いる例が多い。イスやソファ類の配置では、応接間風の対面型は少なく、壁面等に一列に並べる一列型、L字に並べて真ん中を空けるL字型など、ユカ面を広く使える方式が主流である。ユカに座る部分には、フローリングの上にカーペットを敷くなどして、体との接触部分をソフト化する傾向もみられる。イス座とユカ座を併用するこういった暮らし方は、四季を通じて行われているが、冬季には、コタツやホットカーペットを用いて、床面の暖かさを確保する例も多い。

④以上のように、リビングルームでは、ユカ座式の行為が多く行われている実態がある。一方、本報告書では、コタツやホットカーペットなど補助器具を使用すると省エネルギー効果が上がるとの試算がなされている。この二つの結果から、私たちが日頃行っているユカ座式の暮らしは、床面仕上げの工夫や敷物の利用、床面採暖方式の工夫などによって、日頃の生活水準を下げることなく行える省エネルギー的生活様式の一つであることがわかった。

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕(計 11 件)

①飛田国人, 松原斎樹, 井上ともみ, 谷村真由美, 青地奈央, 須藤由佳子, 地濃祐介, 藏澄美仁: 京都市の集合住宅居住者の夏期の室内熱環境調節行動における理想と実態の関係, 査読有, 日本建築学会環境系論文集, 625号, 385-391, 2008

②地濃祐介, 松原斎樹, 飛田国人, 青地奈央, 須藤由佳子, 藏澄美仁: 冷房の使用開始時期と居住者の意識・住まい方との関連, 査読有, 日本建築学会環境系論文集, 626号, 527-533, 2008

③島田理良, 松原斎樹, 藏澄美仁, 合掌頭, 飛田国人: 温熱・視覚・聴覚要因の複合環境評価実験における特異的・非特異的評価尺度の違い - 注意概念による考察-, 査読有, 日本建築学会環境系論文集, 628号, 807-813, 2008

④須藤由佳子, 松原斎樹, 合掌頭, 藏澄美仁, 小東敬典, 青地奈央, 飛田国人: 室温, 色彩による複合環境の心理評—注意を要因とした実験結果—, 査読有, 日本建築学会環境系論文集, 630号, 1037-1043, 2008

⑤松原斎樹, 島田理良, 合掌頭, 藏澄美仁, 飛田国人: 温熱, 視覚, 聴覚要因の複合環境評価実験において環境要因を負荷することの

影響 一注意概念による考察一, 査読有, 日本建築学会環境系論文集, 611号, 83-89, 2007

⑥飛田国人, 中谷岳史, 松原斎樹, 藏澄美仁, 島田理良: 関西地域の住宅における冬期の実態調査による中立温度・許容範囲の算出, 査読有, 日本建築学会環境系論文集, 614号, 71-77, 2007

⑦坂本英彦, 松原斎樹, 藏澄美仁, 合掌頭, 土川忠浩: 眼球運動測定装置を用いた hue-heat 説の検討 一室温・色彩からなる複合環境が人の注視行動に与える影響その1一, 査読有, 日本建築学会計画系論文集, 615号, 9-14, 2007

⑧松原斎樹, 青木祐樹, 坂本英彦, 合掌頭, 藏澄美仁, 飛田国人, 小東敬典: 温熱要因と聴覚要因が色彩の注視に与える影響 色彩・室温からなる複合環境が人の注視行動に与える影響 その2, 人間と生活環境, 14(2), 63-68, 2007

[学会発表] (計 4 件)

①松原斎樹, 合掌頭: 色彩の注視に温熱要因と聴覚要因が与える影響, 日本心理学会第71回大会論文集, 539, 2007

②小東敬典, 松原斎樹, 須藤由佳子, 青地奈央, 飛田国人, 合掌頭, 藏澄美仁: 熱, 音, 色彩に心理反応変化に関する研究, 第31回人間-生活環境系シンポジウム報告集, 81-84, 2007

③青木祐樹, 松原斎樹, 小東敬典, 坂本英彦, 合掌頭, 藏澄美仁, 飛田国人: 眼球運動測定装置を用いた hue-heat 仮説の検証に関する研究, 第31回人間-生活環境系シンポジウム報告集, 85-88, 2007

④中村知朗, 松原斎樹, 澤島智明, 藏澄美仁, 亀之園薫: 窓に対する意識や開放状況の地域差, 第31回人間-生活環境系シンポジウム報告集, 89-92, 2007

6. 研究組織

(1) 研究代表者

松原 斎樹 (MATSUBARA NAOKI)
京都府立大学・生命環境科学研究科・教授
研究者番号: 80165860

(2) 研究分担者

藏澄 美仁 (KURAZUMI YOSHIHITO)
椋山女学園大学・生活科学部・教授
研究者番号: 70244291
澤島 智明 (SAWASHIMA TOMOAKI)
佐賀大学・文化教育学部・准教授
研究者番号: 40404115
合掌 頭 (GASSHO AKIRA)

岐阜大学・地域科学部・准教授
研究者番号: 40303490
大和 義昭 (YAMATO YOSHIAKI)
呉高専・建築学科・講師
研究者番号: 20450140
中谷 岳史 (NAKAYA TAKASHI)
岐阜高専・建築学科・助教
研究者番号: 80469585
飛田 国人 (TOBITA KUNIHITO)
有明高専・建築学科・助教
研究者番号: 40465919

(3) 連携研究者

下村 孝 (SHIMOMURA TAKASHI)
京都府立大学・生命環境科学研究科・教授
研究者番号: 10140188
松原 小夜子 (MATSUBARA SAYOKO)
椋山女学園大学・生活科学部・教授
研究者番号: 50199840

(4) 研究協力者

小東 敬典 (KOHIGASHI TAKANORI)
当時京都府立大学・院生
中村 知朗 (NAKAMURA TOMOAKI)
当時京都府立大学・院生
宮田 希 (MIYATA NOZOMI)
京都府立大学・院生
青木 祐樹 (AOKI YUUKI)
京都府立大学・院生
井上 ともみ (INOUE TOMOMI)
当時京都府立大学・学生
地濃 祐介 (CHINO YUSUKE)
当時京都府立大学・学生
谷村 真由美 (TANIMURA MAYUMI)
当時京都府立大学・学生
櫻井 侑子 (SAKURAI JUNKO)
当時京都府立大学・学生
大山 哲司 (OOYAMA TETSUJI)
呉高専・学生