

**科学研究費助成事業 研究成果報告書**

平成 29 年 6 月 5 日現在

機関番号：17201

研究種目：基盤研究(C) (一般)

研究期間：2013～2016

課題番号：25350077

研究課題名(和文) 滞在場所選択行動による冷暖房エネルギー消費削減の可能性～エンブティネスタを対象に

研究課題名(英文) Effect of the energy conservation by seasonal choice of living space of middle and elderly resident

研究代表者

澤島 智明 (SAWASHIMA, TOMOAKI)

佐賀大学・教育学部・教授

研究者番号：40404115

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 1,900,000円

研究成果の概要(和文)：家庭での暖冷房エネルギー削減策として、中高齢者の滞在場所の選択行動に注目し、アンケート調査、実測調査、熱負荷シミュレーション等を行った。その結果、季節ごとの滞在場所選択の実態がアンケート調査と実測調査で把握された。また、実態を反映した滞在場所選択による省エネルギー効果を行動別、季節別に示した。省エネルギー効果は無断熱住宅で長時間の暖冷房を行う世帯で最も大きくなった。また設定温度の変更を想定するとより大きな削減効果が期待できた。

研究成果の概要(英文)：Questionnaire survey, thermal environment measurement, and simulation of energy consumption for heating and cooling were conducted to know the effect of the energy conservation by seasonal choice of living space of middle and elderly resident in their home. As a result, the actual condition of living space choice for each season was showed by questionnaire survey and thermal environment measurement. In addition, we show energy conservation effect by choice of living space considering actual situation by behavior and season. The energy saving effect was the largest in households that use heating and cooling equipment for a long time in no thermal insulated house. Much more conservation was predicted by the change of setting temperature of heating and cooling.

研究分野：住宅の室内環境と居住者の住まい方・意識に関する研究

キーワード：滞在場所選択 環境調節行為 住宅 温熱環境 省エネルギー 暖房 冷房

### 1. 研究開始当初の背景

東日本大震災をきっかけに節電意識が高まっており、暖冷房温度の見直しやエアコン使用の抑制が呼びかけられている。エアコン等の空調機器への過度の依存を見直すことは有意義であり、これを一時的な「我慢」ではなく省エネルギー的な住まい方の工夫に結び付けて定着させる必要がある。居住者の住まい方の工夫による熱的快適性のコントロール（環境調節行為）には、暖冷房機器の使用をはじめ、着衣調節、窓の開閉、しつらえの変更、打ち水、すだれや風鈴の使用など様々なものがある。そのひとつに居住者が住居内の暑さ・寒さに合わせて滞在場所を変えてより快適な空間を選択する行動（滞在場所選択行動）がある。居住者が日常生活において、夏期はより涼しい場所、冬期はより暖かい場所を選択的に滞在すれば、暖冷房エネルギーの使用を削減できる可能性がある。例えば、夏に風通しの良い部屋や北側部屋で過ごして冷房を抑える、冬の日中に日当たりのよい部屋で過ごして暖房を抑える、室容積の小さな空間で過ごして効率的な暖冷房を行う、といった住まい方が考えられる。しかし、これまでの研究ではその実態の詳細な把握と効果について量的な検討は行われていない。

### 2. 研究の目的

本研究は居住者が暑さ・寒さに合わせて滞在場所を選択する行動の実態を詳細に把握するとともに、熱負荷シミュレーションによって滞在場所選択行動による暖冷房エネルギーの削減効果を定量的に把握することを目的としている。

### 3. 研究の方法

#### (1) アンケート調査

佐賀大学が毎年実施している中高齢者のための健康教室の参加者を対象に夏の涼の取り方に関するアンケート調査を行った。2013年10月25日の教室終了時に配布、持ち帰っての記入を依頼し、次回11月1日の教室で回収した。調査時期が10月となったことからアンケート表紙に「今年の夏の最も暑かった時期（8月ごろ）の過ごし方を思い出して回答」するよう明記し、また配布時に口頭でも説明した。主な質問項目は エアコン・扇風機の使用状況、夏の涼の取り方（環境調節行為）夏の生活状況・滞在場所の変化 省エネルギー意識や価値観である。また、2014年の6月には同様の方法により冬の暖の取り方に関するアンケート調査を行った。2014年6月13日の教室終了時に配布、持ち帰っての記入を依頼し、次回6月20日の教室で回収した。調査時期が6月となったことからアンケート表紙に「今年の冬の最も暑かった時期（1月ごろ）の過ごし方を思い出して回答」するよう明記し、また配布時に口頭でも説明した。主な質問項目は 暖房・採暖器具の使用 防寒の工夫 冬の滞在場所・生

活パターンの変化 省エネルギー意識や価値観である。

#### (2) 実測調査

2013年から2015年にかけて、夏期、冬期、春期の各季節それぞれ1週間前後、佐賀県と長崎県の住宅7件とその居住者を対象に室温と住まい方の実態調査を行った。また2014年と2015年の夏期にはベトナム・ハイフォン市において一戸建て住宅4件とその居住者を対象に同様の調査を行った。調査の概要は共通しており、以下の通りである。

#### 調査対象

調査対象の居住者数や床面積などは住戸間の差が大きいが、いずれの住戸も子供の独立などによって居住者数が以前よりも減少しており、調査時点において居住者数よりも個室数が多い。これは調査対象を選定する際に、住宅の室数に余裕があり、居住者が滞在場所を比較的自由に選択できることを条件としたためである。

#### 調査方法

##### ・インタビュー調査

室温測定に先立って居住者にインタビュー調査を行った。居住者には事前に 住宅と居住者の概要 暖冷房機器の使用状況 居住者の生活行為とその場所に関する調査票に記入してもらい、各調査票と住宅平面図を見ながら、暖冷房機器の使用状況、窓や間仕切り開閉状況、住戸内各空間の使用・滞在状況、室内の暑さ・寒さ、通風・気密や日射遮へい・日射取得の工夫などについて聞き取りを行った。インタビュー結果をもとに居住者と相談しながら室温測定の対象空間を定めた。また、測定器回収の際にも短時間のインタビューを行い、室温測定期間中の居住者の住まい方が事前インタビューの通りであったかを確認した。

##### ・室温測定

測定空間はインタビューをもとに居住者の滞在時間の長い場所や特徴的な滞在場所、特に暑い・涼しい、寒い・暖かいと感じる場所などから選定した。結果、最少の住戸で5点、最多の住戸で8点を測定した。測定点はいずれも床面から1m前後で日射や発熱機器の影響を受けにくい場所とした。測定には小型の温湿度ロガー（エスペックミック社製RS-13）または温度ロガー（同社製RT-30S）を用いて10分間隔で自動記録した。外気温は日本の調査では最寄りの気象台またはアメダス観測点のデータを気象庁のWEBページから取得して使用した。ベトナムの調査では住戸の屋外軒下に設置した温湿度ロガーの数値を使用した。

#### (3) 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。建物モデルは日本

建築学会標準問題住宅プラン、断熱性能は次世代省エネ 地域および無断熱を基本にバリエーション展開し、暖冷房のスケジュールと設定温度、居住者の在室スケジュールはアンケート調査と実測調査をもとに作成した。

#### 4. 研究成果

##### (1) アンケート調査の成果

夏期には全世帯がエアコンを使用しており、使用時間は8月が平均11.2時間、9月が平均8.0時間であった。設定温度は28が35人(40%)で最も多く、8割近くが27以上であるなど冷やしすぎない配慮がされていた。これは約98%がエアコン使用に際して「(非常に~少し)意識している」と回答した省エネルギー意識や、「冷房された部屋にいることは健康のために良くない」という考え方に1割しか「(やや)反対」のなかった健康観が反映されたものと思われる。

エアコン使用以外の環境調節行為では通風や日射遮へいの実施率が高かったが、著者らが以前プレハブ住宅居住者を対象に行った調査と比較して特徴的な傾向がみられた。本調査ではプレハブ調査と比較して通風のために窓を開ける世帯の割合は低く、玄関ドアや勝手口を開放する世帯の割合が高かった。後者の実施率は44%でプレハブ住宅の倍以上であった。また、日射遮へいはカーテン・ブラインドを用いる世帯の割合が低く、すだれ・よしずを用いる割合が高かった。滞在場所や生活行為の季節変化としては「(夏は)風通しのよい場所を選んで過ごすようになる(50%)」や「(夏は)涼しい時間に仕事や家事を済ませるようになる(67%)」「(夏は)暑い時間帯は休憩していることが多くなる(58%)」などの該当率が高かった。

冬期には全世帯で何らかの暖房機器が使用され、居間は約90%、台所・食事室は約75%、寝室は約60%の世帯が暖房を行っていた。一方、非居室の暖房率は低く、脱衣場が約25%、風呂・トイレが約15%、廊下が約5%に止まった。「温度差による脳卒中などの危険があるので、廊下や便所も暖房するほうがよい」と考える居住者が約半数いたが、暖房実態には結びついていないようである。また、「家の中であっても冬は寒いのが当たり前だ」、「暖房された部屋にいると(寒さへの適応力が失われて)健康のために良くない」という暖房観も根強い(それぞれ53%、38%)ことが分かった。

冬期の防寒の工夫の実施率は高く、14項目のうち8項目で実施率が50%を上回った。特に、温かい食べ物・飲み物をとる(88.2%)、部屋の戸をきちんと閉める(87%)、敷物やカバーを冬物に替える(85%)、厚手の靴下やスリッパを履く(72%)の実施率が高かった。また冬期には、「リビングや茶の間(62%)」「こたつや電気カーペットのところ(52%)」「ストーブやファンヒーターのそば(51%)」での滞在が増え、「暖かい日中に仕事や家事を済

ませる(63%)」「朝起きる時間が遅くなる(51%)」ことが多くなるなど、様々な工夫や生活の変化によって寒さに適応していた。

##### (2) 実測調査の成果

###### 日本での調査

全住戸でリビングやダイニングが家族生活の中心となっており、季節に関係なく家族が公室に集まる住まい方が基本であった。個室(寝室)はほぼ就寝にのみ使用されていた。夏期には調査住戸7件のうち4件はエアコンを毎日、長時間使用しており、他の3件は通風中心の生活をしてきた。エアコン使用の多い4件は部屋数に余裕があるにも関わらず、従来の室用途を守って生活しており、熱的条件の悪い部屋での滞在がエアコン使用を助長している可能性が考えられた。一方、通風中心の住戸では居住者が日射を受けやすい場所や熱気のもりやすい場所を避け、通風のよい場所を選択して滞在している様子が見られた。ただし、こちらも部屋の使用状況や生活行動の内容等を夏向けに大きく変化させているわけではなく、「同室内で着座場所が変わる」「滞在時間が若干長く(短く)なる」など行動の微細な変化が多かった。また、室温の測定結果からは選択された滞在場所の優位性は読み取れず、今後の課題として残った。

冬期には調査住戸7件の全てが暖房を行っていた。居間・食事室は7件全てが暖房を行っていたのに対し、寝室を暖房していたのは2件のみであった。うち1件は日中は居間を夜間は寝室を連続暖房しており、居住者の在室に合わせてほぼ終日暖房を行っていた。3件の住戸ではこたつを中心とした生活が行われ、暖房時間は朝食と夕食時の短時間であった。これらの住戸では居住者が暖房・採暖器具からの温風や放射を受けやすい「採暖・暖身しやすい場所」や日射を受けやすい場所を選択して滞在している様子が見られた。夏期と同じく部屋の使用状況や生活行動の内容等を冬向けに大きく変化させているわけではなく、「同室内で着座場所が変わる」「滞在時間が若干長く(短く)なる」など行動の微細な変化が多かった。冬期については選択された滞在場所の体感温度が若干高く、多くの選択行動に優位性が認められた。また、冬期に特徴的な滞在場所選択行動として、短時間ではあるが、暖房効率改善(暖まりやすさ)を求めて小さく仕切ることが出来る部屋での滞在がみられた。室温の測定結果からはこの空間の暖房の立ち上がりの早さが確認された。

###### ベトナムでの調査

・調査住宅4件のうちペンシル住宅3件でエアコンが導入、使用されていた。3件とも夏期にはほぼ毎日、1日10時間程度(昼:1~2時間)夜:7~8時間)の冷房が行われてい

た。エアコンの多くが個室に設置され、昼寝と夜間就寝の時間を中心に使用されていることから、就寝時の温熱環境改善が強く希求されているといえる。

・冷房設定温度は26～28が多く、東南アジアでの既往研究に比較すると高めであった。24 設定の寝室では多人数による同室就寝が行われており、人体からの放熱や放射による体感温度の上昇を補完するために低い室温設定が行われている可能性を指摘した。

・調査対象の住宅は無断熱で気密性も低い、建物の熱容量により室温変動の幅が小さく、就寝時の室温は長時間冷房によって比較的安定していた。一方、時間帯や冷房室の配置によっては冷房時の室温低下が不十分、あるいは室温が不安定な場面も散見された。

・ペンシル住宅の1階は日中の室温上昇が抑えられ低めで安定しており、居住者はこの空間を日中の滞在場所として意識的もしくは無意識的に選択し、食事をはじめ団らん、休憩、接客といった多様な生活行為を行っている。一方、最上階の室温は非常に高く、夏期に行われる生活行為は洗濯物干しなどに限定されている。夏期の環境逃避行動と考えられた。

・ペンシル住宅において、1階は住居内で最も涼しい空間で冷房の優先度が低く、最上階は極端に高温で冷房効率の悪さが予測されるので、結果として中間階にある個室にエアコンが導入されている。さらに就寝時の冷房要求が高いこと、多人数での同室就寝に心理的な抵抗が少ないこと、DKやリビングなどの公室は階段室との間仕切りが不十分で冷房効率が悪いこと等の条件も合わさって、中間階の個室を冷房して家族が集まって過ごし、多人数で就寝するという住まい方が形成されている。

・農家型住宅の自然室温はペンシル住宅の1階よりもさらに1程度低く、「エアコンなしで快適に過ごしている」という居住者の評価を一部裏付けた。しかし、そのような室内温熱環境が形成される物理的なメカニズムについては定性的な推察に止まった。

### (3)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季節に合わせた滞在場所の変更による暖冷房エネルギーの削減効果をシミュレーションで検討したところ、無断熱住宅にて長時間の暖冷房を行っている住宅において最も大きな暖冷房エネルギーの削減効果が得られた。実態調査では夏期は1階居間で過ごす時間が増加し、夜間就寝も1階で行う滞在場所の変化が見られた。このような夜間就寝場所の1階への変更は約2%の冷房エネルギー削減であった。冷房開始時の負荷低減が期待されたが、夜間負荷が2階寝室よりも大きいために相殺された形である。ただし、2階での就寝開始時に冷房温度を1階居間

よりも低く設定して体感温度の改善を図っている住戸もあり、1階居間で就寝することで設定温度変更が不要になると仮定すると冷房エネルギーは約10%の削減となる。冬期実態調査では日常的には夜間就寝場所の1階への変更は見られなかったが、仮に居住者が1階居間で就寝した場合には2階空間が熱損失を低減することにより約17%の暖房エネルギー削減となる。実態調査では日射の影響を考慮しながら滞在場所を季節変化させる事例がみられた。このことを反映し、夏期日中の滞在場所を1階の南面居室から同階の北面居室に変更した場合、20%の冷房エネルギー削減となった。実態調査では冬期には間仕切りを締め切って暖房面積を小さくしようとする行為が見られた。また、短時間ではあるが、小さく仕切ることが出来る部屋に滞在場所自体を変更する居住者もあった。仮に居住者がこのような滞在場所選択を常態化し、冬期と夏期により狭い空間で暖冷房を行えば当然ではあるがエネルギー削減となる。シミュレーションでは日中のみの滞在場所変更で暖房18%、冷房38%、終日では暖房32%、冷房46%の大幅なエネルギー削減となった。

上記例のように、季節に合わせた滞在場所の変更による暖冷房エネルギーの削減効果が示唆された、一方で今後の課題として残った点も多々あった。まず、冬期の日射取得のための滞在場所変更(縁側での日向ぼっこなど)は非暖房時に行われることが多く、暖房負荷によって評価することが出来なかった。夏期の涼の取り方として通風を重視する居住者は、30を超える室温、且つ無風状態が長時間続く中でも通風を期待しながら冷房を使用せずに過ごしていることが多かった。このような居住者は風を感じる空間をもとめて同室内でも滞在場所を変化させながら暮らしている。このような通風取得のための滞在場所変更は非冷房時に行われるために冷房負荷による評価が難しく、また体感温度からシミュレーション条件(設定温度)に落とし込むことも困難であった。

### 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 4件)

澤島智明, 松原斎樹: ベトナム・ハイフォンにおける夏期の住宅温熱環境と居住者の滞在場所に関する事例研究, 査読有, 日本建築学会環境系論文集 82, pp.501-511, 2017

澤島智明: 佐賀における中高齢者の夏期の環境調節行為に関するアンケート調査, 査読無, 佐賀大学教育学部研究論文集, 第1集第2号, pp.53-62, 2017

澤島智明, ゴーテイトゥフェン: 夏期住宅における室温と居住者の滞在場所選択に関する事例調査, 査読無, 佐賀大学文化教育学部論文集, 第20集第2号, pp.73-82, 2016

小淵真弓, 澤島智明: 洗濯物の室内干しに関する調査研究, 査読無, 佐賀大学文化教育学部論文集, 第20集第1号, pp.111-121, 2015

[学会発表](計 8件)

澤島智明: 中高齢者の冬期の環境調節行為に関するアンケート調査, 日本家政学会第69回大会, 2017年05月28日, 奈良女子大学

澤島智明, 松原斎樹: ベトナム・ハイフォン市の「ペンシル住宅」の夏期室温と居住者の滞在場所に関する事例調査, 日本建築学会大会(九州)学術講演会, 2016年08月26日, 福岡大学

澤島智明, ゴーテイトゥフェン: ベトナム・ハイフォンにおける住宅内の温熱環境と居住者の滞在場所に関する事例調査, 日本家政学会第68回大会, 2016年05月29日, 金城学院大学

澤島智明, ゴーテイトゥフェン: 中高齢者の夏期の環境調節行為に関するアンケート調査, 日本家政学会九州支部大会, 2015年10月03日, 長崎県立大学

ゴーテイトゥフェン, 澤島智明: 夏期のベトナム住宅内の温熱環境と居住者の住まい方に関する事例調査, 日本家政学会九州支部大会, 2015年10月03日, 長崎県立大学

澤島智明: 夏期住宅における室温と居住者の滞在場所選択に関する事例調査, 日本建築学会大会(近畿)学術講演会, 2014年09月14日, 神戸大学

澤島智明・NGO THI THU HUYEN: 夏期の住宅温熱環境と居住者の滞在場所に関する事例調査, 日本家政学会第66回大会, 2014年05月24日, 北九州国際会議場

澤島智明, 松原斎樹: 居住者の夏期・冬期の環境調節行為に関する研究, 日本建築学会大会(北海道)学術講演会, 2013年09月01日, 北海道大学

研究者番号: 40404115

(2)研究分担者

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

6. 研究組織

(1)研究代表者

澤島智明 (SAWASHIMA, TOMOAKI)

佐賀大学・教育学部・教授