

令和 5 年 6 月 14 日現在

機関番号：17201

研究種目：基盤研究(C)（一般）

研究期間：2017～2022

課題番号：17K00793

研究課題名（和文）伝統的住居の空間的特徴を活かした省エネルギー推進～滞在場所選択行動による再評価

研究課題名（英文）Promoting energy conservation by utilizing the spatial characteristics of traditional dwellings - Reevaluation through selection behavior of places to stay

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） 3,000,000円

研究成果の概要（和文）：まずフィールド調査から伝統的住宅の特徴的空間とそこに形成される微気候は現状では滞在場所としてあまり利用されていないことが分かった。よってシミュレーションではそれらを上手く活用した場合の暖冷房負荷削減効果を算出した。結果、伝統的住宅の特徴的空間の利用は暖冷房負荷を削減させる可能性を有することが示された。例として、田の字平面の各室を夏期と冬期で使い分ける、冬期日中の縁側を滞在場所として活用する、縁側 - 居間の間仕切りを開放して居間で暖気を利用する、土間室温が居間より低温の夏期～中間期の日中数時間を土間で過ごす、といった住まい方で暖冷房負荷の削減効果がみられた。

研究成果の学術的意義や社会的意義

本研究により、現状ではあまり利用されていない伝統的住宅の特徴的空間（縁側、土間、田の字平面、続き間など）とそこに形成される微気候を住まい方の工夫によって上手く活用すれば、快適性を大きく下げずに暖冷房エネルギーを削減できることを示した。ここでの空間的特徴とは空間構成のことで特別な伝統的構造・工法・材料を用いたものではない。よって、このような特徴は現代住宅に取り入れることが可能であり、特に断熱・気密性の向上と両立できる点が重要である。

研究成果の概要（英文）：First, the field survey revealed that the characteristic spaces of traditional houses and the microclimate formed in them are currently not used much as places to stay. Therefore, in the simulation, the heating and cooling load reduction effect was calculated if they were used well. The results showed that the use of characteristic spaces in traditional houses has the potential to reduce heating and cooling loads. For example, the following living styles were found to reduce the heating and cooling load: using each room in the rice paddies differently in summer and winter, using the veranda as a place to stay during the daytime in winter, opening the partition between the veranda and the living room to use warm air in the living room, and spending several hours during the summer to midday in the earthen floor when the temperature in the earthen floor is lower than that in the living room. The heating and cooling load was reduced.

研究分野：住居学

キーワード：滞在場所選択 住宅 暖冷房 シミュレーション

1. 研究開始当初の背景

地球規模の環境問題が深刻化する中、家庭での暖冷房エネルギー消費抑制は重要な課題である。そのためには住宅建物・設備の性能向上と居住者の省エネルギー的な住まい方の創造の両面からハード・ソフト一体となった対策が求められる。筆者らは、居住者の住まい方の工夫(着衣調節、窓の開閉、滞在場所や姿勢の工夫、しつらえの変更、打ち水、すだれや風鈴の使用など)による熱的快適性のコントロール「環境調節行為」について研究を続けている。2006年からは環境調節行為の省エネルギー効果を熱負荷シミュレーションによって実証しており、こたつ、扇風機の使用や窓開放などによる暖冷房エネルギー削減効果、や観葉植物、内装の色彩・素材、風鈴など視覚・聴覚要因による暖冷房エネルギー削減効果を示している。また、心理的要因としてポジティブ感情の概念を導入し、ポジティブ感情をもたらす住空間デザインが総合的快適感を向上させ、省エネルギー効果をもたらすという仮説を検証している。

科研費研究の前課題では居住者の滞在場所選択行動(住居内の暑さ・寒さに合わせて滞在場所を変化させる行動;以降「選択行動」とする)による省エネルギー効果の実証を行った。例えば、夏期の就業場所を2階寝室から1階居間に変更する行動が条件により10%強の冷房エネルギー削減効果を持つこと等をシミュレーションで明らかにした。また、同課題の実態調査では、選択行動を積極的に行う世帯と殆ど行わない世帯が存在し、前者の暖冷房使用が後者より大幅に少ないことが分かった。さらに、ベトナムにおいても現地住宅の熱環境の特徴に合わせた居住者の滞在場所選択行動が見られることが明らかになった。

省エネルギー効果が実証された滞在場所選択行動であるが、実施状況の世帯差が非常に大きい。実施状況の差異には居住者の生活習慣や考え方のみでなく、住居の空間構成が影響していることが示唆された。それら空間構成のうち複数が日本の伝統的住居の特徴と重なることから、「伝統的住居は居住者の選択行動を促進させる空間的特徴を持つのではないか」さらには「『選択行動のしやすさ』や『滞在場所の選択肢の多様性』に注目すれば、断熱・気密性とは異なる視点から伝統的住居の省エネルギー性を評価することが可能ではないか」という着想に至った。なお、ここでの空間的特徴とはあくまで空間構成が主体であり、特別な伝統的構造・工法・材料を用いたものではない。よって、『選択行動のしやすさ』を向上させる住宅・空間デザインは現代住宅に取り入れることが可能であり、特に断熱・気密性の向上と両立できる点が重要と考えた。

2. 研究の目的

以下のことを明らかにすることを当初の研究目的とした。

(1) 選択行動と伝統的住居の空間的特徴の関係を明らかにする。

行動記録とヒアリングによって、伝統的住居と現代住居における居住者の選択行動の実態を把握し、各々どのような場面(行為内容、季節、時間など)でどのような場所(室用途、物理環境、方位など)が選ばれるのか、選択行動と空間的特徴の関連性を明らかにする。

(2) 選択行動と住宅温熱環境の関係を明らかにする。

住居内の温熱環境の実測によって、居住者が滞在場所として選択する空間がどのような温熱的特徴を持つか、伝統的住居と現代住居の差異を明らかにする。

(3) 「選択行動のしやすさ」がもたらす暖冷房エネルギー削減効果を明らかにする。

(1)(2)の結果を反映させた熱負荷シミュレーションを行い、「選択行動のしやすさ」による暖冷房エネルギーの削減効果を明らかにする。伝統的住居の空間的特徴の類型ごとに選択行動の可能性と期待できるエネルギー削減量を示す。

3. 研究の方法

まずフィールド調査によって伝統的住居の空間的特徴が滞在場所選択行動を促進させるという仮説を検証する。温熱環境の実測、居住者の行動記録、インタビューおよびアンケートを組み合わせ調査を夏期、冬期、春期に行い、季節ごとに選択行動と空間的特徴の関係を分析する。佐賀県近辺の一戸建て住宅を対象とする。次に、フィールド調査の結果をシミュレーション条件に反映させ、空間的特徴と選択行動の組み合わせによる暖冷房エネルギーの削減効果を期間/年間の熱負荷シミュレーションによって定量的に把握する。

4. 研究成果

(1) フィールド調査による滞在場所選択の事例収集

伝統的住宅の空間特性を活かした事例の収集

調査住戸では部屋の使用状況や生活行動の内容等に行動記録に現れるような大きな季節変化はあまり見られなかった。一方インタビューでは、暑さ・寒さに合わせて同室内で着座場所が変化する、特定の生活行為の時間が若干長く(短く)なるなどの生活の変化が聞かれた。このような変化の多くはリビングのユカ座部分やリビングに隣接した和室で観察され、着座場所が家具によって限定されることがないユカ座起居の特徴が表れたものと考えられた。しかし滞在場所選択行動と伝統的住居の空間的特徴の関係を量的に示すことはできず、伝統的住居の空間的特

徴が選択行動を促進させるという仮説の検証は今後の課題として残った。

襖や障子による間仕切りを活かした暖冷房範囲の調整

日本の伝統的住居では空間、あるいは部屋と廊下が壁ではなく襖や障子といった軽量で開閉可能な建具によって仕切られている。これらの建具は光、音、視線や人の気配を繊細にコントロールできるとともに、空間換気を増減させることで室内の温熱環境を調節することも可能にする。実際に多くの調査住戸で隣室間の建具の開閉状況の季節変化がみられた。冬期は建具を閉め、暖房範囲を限定するのに対して、夏期は冷房時でも建具が開放している住戸が多かった。調査住戸の暖房面積と冷房面積を比較したところ、7件中6件で暖房より冷房の方が大きく(1件は同面積)、その差は最大で2.5倍あった(図1)。個室を暖房しない住戸が多い(主寝室2件、子ども室1件のみ)ことが一因であると同時に暖房時と冷房時で隣室間の間仕切り開閉状況が異なることも暖房面積と冷房面積の差に影響している。冬期は間仕切りを閉めて暖房範囲を限定し、加熱量の不足を補完する住戸が多いのに対して、夏期は冷房時でも間仕切りを開放し、1台のエアコンでなるべく広い範囲を冷房しようとしている。滞在がない部屋まで冷房範囲にしている住戸も多く、エネルギー消費の観点からは間仕切りを閉めて冷房範囲を限定すべきであるが、居住者が冷房効率を犠牲にしても間仕切りを開放している理由を把握することも重要と思われる。今回の調査では「なんとなく」「習慣として」と回答する住戸が多く居住者の行動意図の解明は今後の課題として残った。

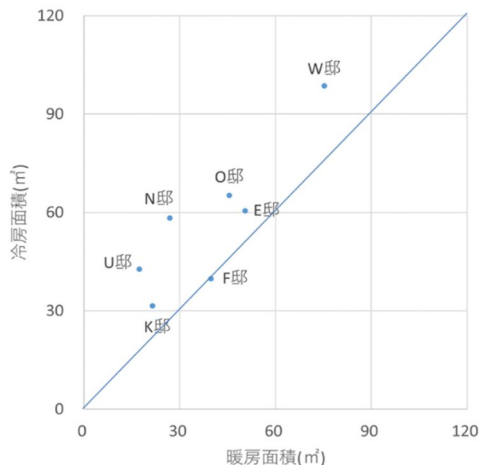


図1 居室の暖房面積と冷房面積

優位な温熱環境が滞在場所として選択されていない事例の収集

前述のように、部屋の使用状況や生活行動の内容等には行動記録に現れるような大きな季節変化はあまり見られなかったことから、住宅内に優位な温熱環境が形成されながら居住者に利用されていない事例や省エネルギー的な暖冷房が行われていない事例を抽出した(表1)。「南面室」「縁側」は冬期の日中に南面室や縁側の室温が上昇するにも関わらず利用されていない事例、「北面室」「土間」は夏期の北面室や土間空間が低温であるにも関わらず利用されていない事例、「西面室」は夏期の西面室が夕方以降に非常に高温になるにも関わらず居住者がその時刻に滞在する事例、「間仕切り」は夏期に在室がないにもかかわらず間仕切りを開放して広い範囲を冷房している事例、「排熱」は夏期に2階個室の通風・排熱が行われておらず、就寝前に非常に高室温の状態から冷房を開始している事例である。また、調査対象住戸のうち、○が事例の該当住戸、空欄が非該当住戸、は暖冷房時間が長いために自然室温が分からず明確ではないが該当と推測された住戸、斜線は該当する空間を有しない住戸を表している。

調査対象住戸の中ではO邸において多くの事例が該当している。その理由として、O邸が築約100年の農家型住宅であり、伝統的住居の特徴である縁側や広い土間が多様な温熱環境を形成している一方で、その間取りが現代の生活様式に適合しているとはいえ、温熱環境以外の面からの制約により、多様な温熱環境を滞在場所として活用することが出来ていないためと思われる。

表1 優位な温熱環境が滞在場所として選択されていない事例

住戸	冬期		夏期				
	南面室	縁側	北面室	土間	西面室	間仕切	排熱
E邸	○	○					
F邸	○					○	○
K邸			○				
N邸	○				○		○
U邸						○	○
W邸		○		○		○	
O邸		○		○	○	○	○
M邸				○			

(2)シミュレーションによる滞在場所選択による暖冷房負荷削減効果の算定

上記フィールド調査で得られた知見をツールの設定条件に落とし込んで住宅の熱負荷解析ツール BEST-H を用いたシミュレーションを行った。フィールド調査では、居住者の部屋の使用状況や生活行動の内容等に行動記録に現れるような大きな季節変化が少なかった。そのため住宅内に優位な温熱環境が形成されながら居住者に利用されていない事例や省エネルギー的な暖冷房が行われていない事例を抽出し、そのような温熱環境を活用もしくは改善する住まい方をした場合の暖冷房負荷削減効果を中心にシミュレーションを行った。

調査住戸をベースに田の字に近い平面と縁側を持つ2階建て住宅(Eモデル)と縁側、続き間、

6畳の土間空間を持つ平屋建て住居（Oモデル）の2モデルを作成し、暖冷房削減を意識した住まい方を暖冷房空間の選定、在室・暖冷房・換気スケジュールなどに反映させて暖冷房負荷を算出した。在室および空調スケジュールはフィールド調査結果から判断してツール標準の間欠運転スケジュール「居間台所」を公室用に「子供室1」を個室用に用いた。

シミュレーションの結果、Eモデルで最も暖冷房負荷の少ない部屋を夏期と冬期それぞれの滞在場所として選択した場合、E邸の従来の住まい方と比較して10～30%程度の暖冷房負荷が削減できることが分かった（図2）。また、暖冷房負荷が最小となる滞在場所は住宅の断熱性能によって異なり、無断熱住宅で負荷が最小となった部屋を断熱住戸で滞在場所として選択しても負荷削減効果は期待できず、他の部屋を選択する必要があることが分かった。

現状では利用されていない縁側の冬期日中の高温を利用した場合の暖房負荷削減効果をEモデルで予測した。その結果、縁側の温度が高い時間帯に縁側を滞在場所として選択する（居間を暖房しない）場合に4～6%、縁側-居間の間仕切りを開放して高温空気を居間に取り込んだ場合に1～3%の暖房負荷が削減できることが分かった（図3）。同じように現状では利用されていないO邸の6畳を超える土間空間の夏期日中の低温を利用した場合の冷房負荷削減効果をOモデルで予測した。その結果、土間室温が居間よりも低温になる夏期～中間期の日中数時間（条件としてPMV<1.5または<2.0）を土間で過ごす（居間の冷房を行わない）場合に10%前後の冷房負荷が削減できることが分かった（図4）。

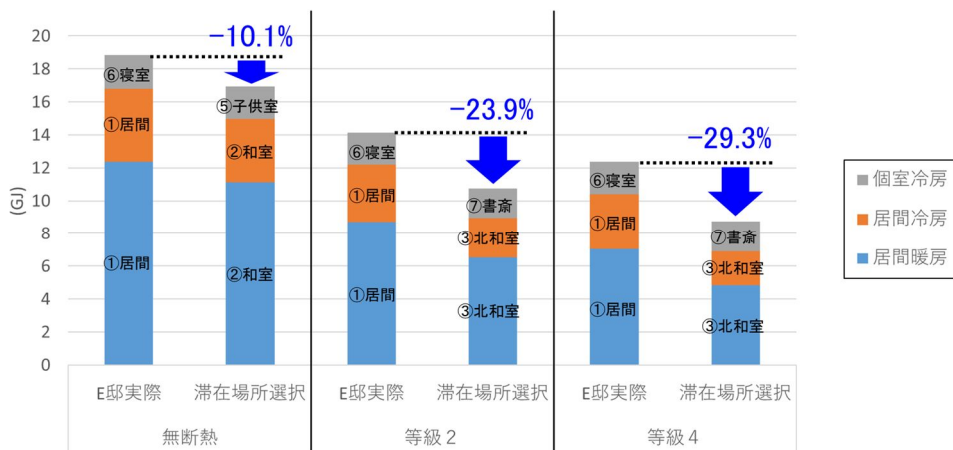


図2 最も負荷が小さい部屋を選択した場合の年間暖冷房負荷の削減効果

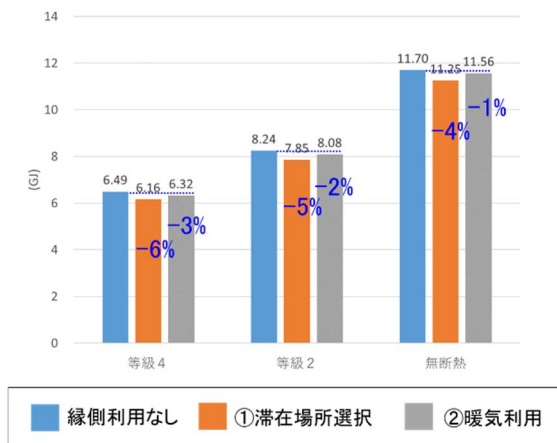


図3 縁側利用の暖房負荷削減効果

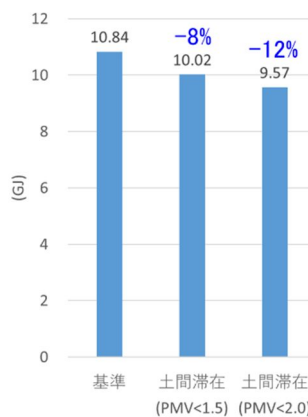


図4 土間利用の冷房負荷削減効果

一方、フィールド調査で把握した居住者の暑さ・寒さを意識した住まい方は必ずしも暖冷房負荷削減に結び付いていないことも明らかになった。例えば、寝室の夜間冷房を開始する前に窓を開けて排熱を行う住まい方は、室温低下によって顕熱負荷を減少させるが、湿度の流入によって潜熱負荷を増大させて冷房負荷を微増させる結果となった。

以上のように現状ではあまり利用されていない伝統的住宅の空間とそこに形成される微気候は滞在場所選択や住まい方の工夫によって上手く活用すれば、快適性を大きく下げずに暖冷房負荷を削減させるポテンシャルを有することが示された。また前述したように、インタビューで聞かれた「暑さ・寒さに合わせて同室内で着座場所が変化する」「特定の生活行為の時間が若干長く(短く)なる」などの生活の微妙な季節変化はシミュレーションに反映させることが難しい。これらの住まい方の効用を暖冷房負荷以外の方法で評価・表現することが必要と思われる。

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計4件（うち査読付論文 0件/うち国際共著 0件/うちオープンアクセス 4件）

1. 著者名 澤島智明	4. 巻 6(1)
2. 論文標題 居住者の滞在がない空間の温熱環境 - 住宅温熱環境と居住者の滞在場所に関する事例研究 その2 -	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 佐賀大学教育学部研究論文集	6. 最初と最後の頁 63-71
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） なし	査読の有無 無
オープンアクセス オープンアクセスとしている（また、その予定である）	国際共著 -
1. 著者名 澤島智明	4. 巻 5(1)
2. 論文標題 住宅の暖房範囲と冷房範囲に関する調査：住宅温熱環境と居住者の滞在場所に関する事例研究	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 佐賀大学教育学部研究論文集	6. 最初と最後の頁 63-80
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） なし	査読の有無 無
オープンアクセス オープンアクセスとしている（また、その予定である）	国際共著 -
1. 著者名 澤島智明	4. 巻 3(1)
2. 論文標題 佐賀における中高齢者の夏期と冬期の環境調節行為の比較	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 佐賀大学教育学部研究論文集	6. 最初と最後の頁 57-65
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） なし	査読の有無 無
オープンアクセス オープンアクセスとしている（また、その予定である）	国際共著 -
1. 著者名 澤島智明	4. 巻 2(2)
2. 論文標題 佐賀における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	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 佐賀大学教育学部研究論文集	6. 最初と最後の頁 37-46
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） なし	査読の有無 無
オープンアクセス オープンアクセスとしている（また、その予定である）	国際共著 -

〔学会発表〕 計6件（うち招待講演 0件 / うち国際学会 0件）

1. 発表者名 澤島智明
2. 発表標題 居住者の滞在がない空間の温熱環境 住宅温熱環境と居住者の滞在場所に関する事例調査
3. 学会等名 日本家政学会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 澤島智明
2. 発表標題 伝統的住居における温熱環境と居住者の滞在場所に関する事例調査
3. 学会等名 日本建築学会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 澤島智明
2. 発表標題 続き間の暖冷房範囲の分析 住宅温熱環境と居住者の滞在場所に関する事例調査
3. 学会等名 日本家政学会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 澤島智明
2. 発表標題 冷房時の続き間の 間仕切り 開閉に関する考察 住宅温熱環境と居住者の滞在場所に関する事例調査
3. 学会等名 日本家政学会九州支部
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 澤島智明
2. 発表標題 住宅温熱環境と居住者の滞在場所に関する事例調査 住宅の空間的特徴に注目して
3. 学会等名 日本家政学会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 澤島智明
2. 発表標題 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
3. 学会等名 日本家政学会
4. 発表年 2017年

〔図書〕 計0件

〔産業財産権〕

〔その他〕

-

6. 研究組織

氏名 (ローマ字氏名) (研究者番号)	所属研究機関・部局・職 (機関番号)	備考

7. 科研費を使用して開催した国際研究集会

〔国際研究集会〕 計0件

8. 本研究に関連して実施した国際共同研究の実施状況

共同研究相手国	相手方研究機関