

平成 30 年 6 月 12 日現在

機関番号：34309

研究種目：研究活動スタート支援

研究期間：2016～2017

課題番号：16H07339

研究課題名(和文) 居住文化対応型の部分断熱改修におけるヒートショックの改善方策

研究課題名(英文) Reduction Methods of the Heat Shock in a Traditional Wooden House with Partially Insulated Compartment

研究代表者

土井 脩史(Doi, Shushi)

京都橘大学・現代ビジネス学部・専任講師

研究者番号：70779082

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 2,000,000円

研究成果の概要(和文)：本研究では、部分断熱改修を実施した京町家における有効なヒートショックの改善方策を明らかにすることを目的とした。ヒートショックの危険性が高い水廻り空間に着目し、水廻り空間を断熱改修することによって、ヒートショックの改善が可能かどうかを被験者実験により検証した。その結果、水廻り空間の断熱改修によって温熱環境が改善されたこと、被験者の生理量・心理量がともに改善されたことを明らかにした。すなわち、水廻り空間の断熱改修がヒートショックの改善に有効であることを明らかにした。

研究成果の概要(英文)：The purpose of this paper is to clarify effective methods to reduce the heat shock in Kyo-machiya with partially insulated compartment. First, insulation renovation was carried out in the sanitary room which is a place where the risk of heat shock is high. And the effect of this renovation was verified through subject experiments. As the results are follows; 1) Thermal environment of this sanitary room was improved by this renovation. 2) Psychological and physiological levels of the subjects were improved. That is, it was revealed that insulation renovation in the sanitary room is effective for improving the heat shock.

研究分野：建築計画

キーワード：部分断熱改修 ヒートショック 居住文化 伝統的木造住宅 被験者実験

### 1. 研究開始当初の背景

我が国では、住宅の高気密・高断熱化を推進する動きが一層強まっているものの、既存住宅は省エネ基準の対象外であるため、その対策が遅れている。一方、温暖地域の伝統的木造住宅は開放型住宅であり、内部空間と外部空間との繋がりに支えられた豊かな居住文化が形成されてきた。仮に新築住宅と同様に冷暖房効率のみを重視した高気密・高断熱化を目指すことになれば、極端に言えば厚い壁と小さな窓の閉鎖型住宅が望ましいということになるため、伝統的木造住宅における居住文化が失われてしまう危険性がある。

研究代表者はこれまで、主要居室の部分断熱改修を実験的に実施し、改修後の温熱環境調査・住み方調査を通じて、部分断熱改修の有効性を検証してきた。しかし、部分断熱改修では、冬期に暖房室内外の温度差が拡大するため、ヒートショック（急激な温度差によって発生する身体への大きな負担）に対する危険性がある。部分断熱改修の実用化に向けてヒートショックは最優先に改善すべき課題である。さらに、温暖地域の居住文化継承という視点を踏まえると、建物の温熱環境を改善するだけでなく、居住者の住み方にも着目してヒートショック対策を検討する必要がある。

### 2. 研究の目的

本研究は、居住文化対応型の部分断熱改修を実施した京町家（京都の伝統的木造住宅）を対象として、1) 部分断熱改修によるヒートショックの発生実態を把握した上で、2) 有効なヒートショックの改善方策を解明することを目的とする。

### 3. 研究の方法

本研究では、京都市中京区に位置する京町家を主要な研究対象とした。1932年建設の2階建て京町家を研究対象とした。平面図を図1に示す。対象京町家では、座敷1と座敷2を断熱区画とする部分断熱改修が実施されている。座敷1と座敷2の建具が太鼓張障子や断熱襖などの「断熱建具」に交換され、また、1階天井裏には断熱材（ロックウール  $t=50\text{mm}$ ）が設置された状態である。

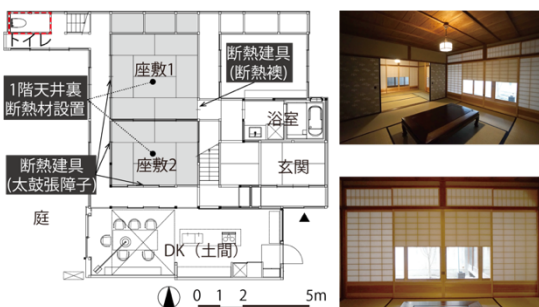


図1. 対象住宅の平面図と内観写真

まず、京町家における部分断熱改修によるヒートショックの発生実態を把握するために、

部分断熱改修を実施した京町家と実施していない京町家において冬期の住み方調査・温熱環境調査を実施した。暖房室及び非暖房室の温度差に着目し、温熱環境を分析した。さらに、この京町家の居住者（40代・男性）に暖房室と非暖房室を往復してもらう被験者実験を実施し、温度差が居住者の生理量・心理量に与える影響を調査した。

続いて、部分断熱改修における有効なヒートショックの改善方策を解明するために、ヒートショック発生の危険性が高い水廻り空間に着目した。図2に示す1階の北西に位置するトイレ（1階トイレ）を対象として仮設的な断熱改修を実施した。トイレ前の縁側建具は既存のままであり、1階トイレは外部空間に極めて近い温熱環境であった。この水廻り空間の断熱改修により、どの程度温熱環境が改善されたのかを把握するとともに、暖房室と水まわり空間を往復する被験者実験を実施し、水廻り空間の断熱改修によってどの程度ヒートショックが改善されたのかを調査した。

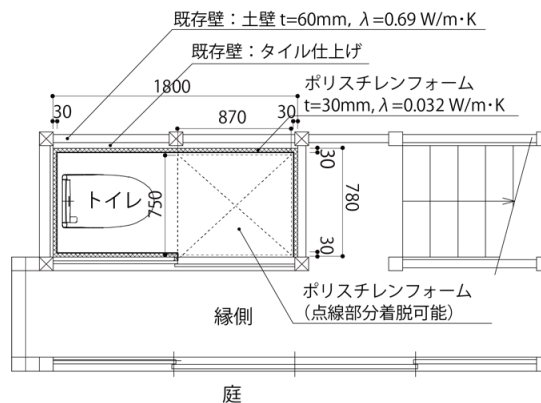


図2. 1階トイレ部分拡大平面図と写真

### 4. 研究成果

(1) 部分断熱改修住宅におけるヒートショックの発生実態

部分断熱改修を実施した京町家と実施していない京町家における温熱環境実測の結果から、部分断熱改修を実施した京町家の方が暖房室と被暖房室の温度差が大きくなることを把握した。

図3に部分断熱改修を実施した対象住宅における冬期の1日の温度変動の一例を示す。断熱区画内である座敷2では、暖房により室温が $20^{\circ}\text{C}$ 以上まで上昇しているものの、断熱区画外のトイレや脱衣室では、ヒートショックの最低水準と言われる $18^{\circ}\text{C}$ を終日大きく下回っていた。暖房室（座敷2）とトイレの温度差は最大で $16.6^{\circ}\text{C}$ となっていた。暖房室と脱

衣室の温度差は、入浴直前においても 13.6℃ となっており、ヒートショックの危険性が高いことが確認された。

居住者による被験者実験では、暖房室と非暖房室（トイレ、脱衣室、庭）への往復を行ってもらった。トイレや脱衣室では行為に必要な脱衣行為を行ってもらっている。被験者実験時の血圧変動を図 4 に示す。その結果、トイレ及び脱衣室のような着衣量が小さくなる空間において血圧変動が大きくなることが確認された。一方、最も温度差が大きかった庭への移動については大きな血圧変動が見られなかった。心理量の評価についても、トイレや脱衣室の評価が低くなった。以上から、ヒートショックの改善に向けては、温度差だけではなく着衣量との関係に着目する必要性が把握できた。

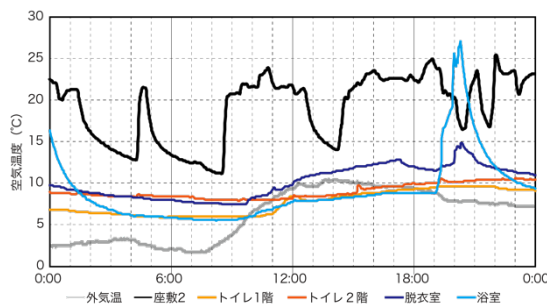


図 3. 冬の 1 日の温度変動の例（2016 年 12 月 17 日）

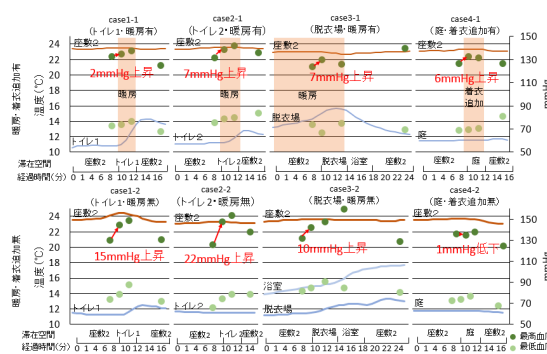


図 4. 被験者実験の結果

### (2) 部分断熱改修住宅におけるヒートショックの改善方策の解明

(1)において、トイレや脱衣室などの水まわり空間に置いてヒートショック対策が不可欠であることが確認された。また、経路空間ではスリッパ着用等により床からの直接冷却を防ぐ効果があったことを確認した。そこで水廻り空間（トイレ）の断熱改修を実施し、ヒートショックの改善が可能かどうかを被験者実験により検証した。

被験者実験の実施前に、トイレの断熱改修によって、断熱性能が改善されているかどうかを確認するために、温熱環境実測を行った。実測の 1 例として、暖房停止後の温度変化測定を取り上げる。この実測は、トイレの内部を 20℃程度まで暖房した後に、

暖房を停止させ、その後のトイレ、縁側、庭の温度変化を測定するものである。下記式を使って総合熱貫流率を算出した<sup>文1)</sup>。

$$\overline{K \cdot S} = \frac{c\rho V \Delta\theta_{in}}{\theta_{in} - \theta_{out}}$$

$\overline{K \cdot S}$  [W/K] : 総合熱貫流率  $c\rho V$  [J/K] : 室内熱容量

$\Delta\theta_{in}$  [K] : 室温変化  $\theta_{in}$  [°C] : 室温  $\theta_{out}$  [°C] : 外気温

断熱改修前後の温度変動を図 5 に、総合熱貫流率の結果を図 6 に示す。断熱後の総合熱貫流率が断熱前よりも小さくなっていることから、今回の断熱改修によりトイレの断熱性能が向上したと言える。

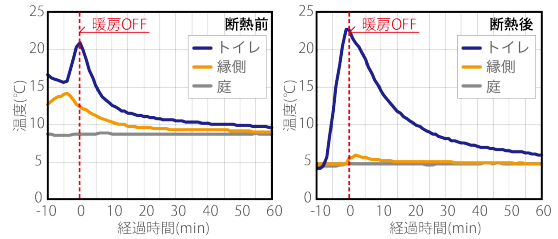


図 5. トイレの断熱改修前後における温度変動

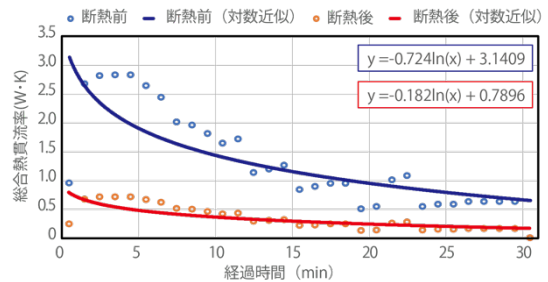


図 6. トイレの断熱改修前後における総合熱貫流率

その後、(1)と同様の暖房室と断熱改修したトイレを往復する被験者実験を実施した。被験者実験では、健康な男子大学生 4 名を被験者とした。また、脱衣室でのヒートショック対策も視野に入れ、トイレでは全身の衣服を脱衣してもらった。

被験者実験における血圧変動の結果を図 7 に、心理量の結果を図 8 に示す。

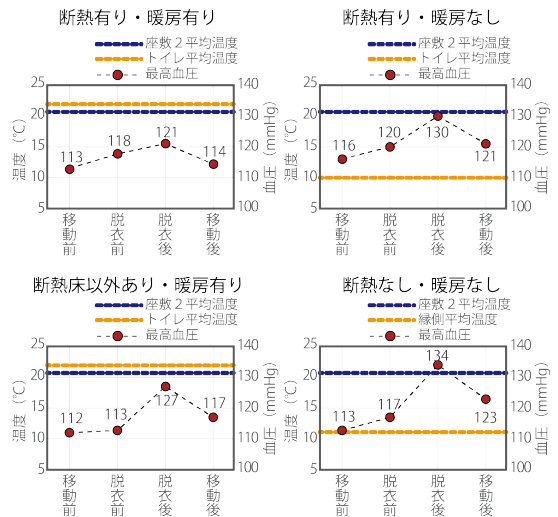


図 7. 血圧変動の結果

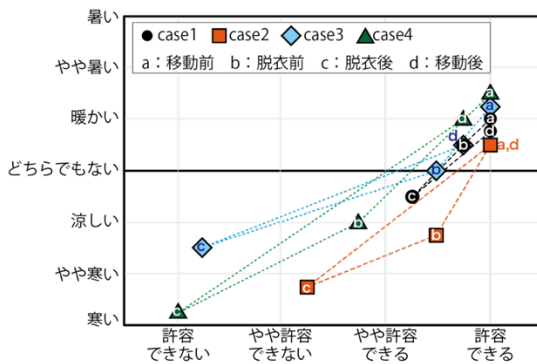


図 8. 心理量の結果

その結果、トイレの温熱環境を改善することによって、経路空間被験者の生理量・心理量がともに改善されることが明らかになった。断熱改修だけで暖房を行わない場合でも、壁からの冷放射や床からの熱伝導が緩和されることで、生理量・心理量が若干ながら改善された。一方、床をタイルに戻した状態で実施したケースでは、生理量・心理量の評価が低く、本実験のような短時間の移動の場合、タイルの床からの熱伝導が影響していると考えられる。脱衣することが前提となる水廻り空間の断熱改修においては空間の温度だけではなく床材の選定にも配慮が必要と言える。

以上のように、水廻り空間の温熱環境を改善することにより、経路空間の温熱環境が改善されなくてもヒートショックが改善されることを明らかにした。また、経路空間については、衣服による対応やスリッパによる対応などの生活面で対応が可能であった。すなわち、居住文化対応型の部分断熱改修では居住者の住み方・建物の温熱環境の両面からヒートショック対策を行うことが有効であると言える。

#### 〈引用文献〉

文 1) 原田和幸, 近本智行: 地域居住文化に配慮した断熱改修における省エネ効果定量化手法の提案, 空気調和・衛生工学会学術講演論文集 pp. 213-216, 2016. 9

#### 5. 主な発表論文等

##### 〔雑誌論文〕 (計 1 件)

- ① 土井脩史: 家のつくりやうは夏も冬も旨とすべし-京町家の部分断熱改修実験-, 西山文庫レター 72 号, NPO 法人西山卯三記念すまい・まちづくり文庫, pp. 20-23, 2017 (査読無)

##### 〔学会発表〕 (計 7 件)

- ① 加茂みどり, 高田光雄, 近本智行, 土井脩史, 志波徹: 実験集合住宅 NEXT21 の交流イベントにおける屋外中間領域の利用に対する影響要因, 日本建築学会近畿支部研究報告会, 2017 年

- ② 西川平祐, 高田光雄, 前田昌弘, 土井脩史: 「平成の京町家」認定住宅における環境調整空間の適用実態とその背景-地域の居住文化に対応した環境配慮型住宅に関する研究一, 日本建築学会近畿支部研究報告会, 2017 年
- ③ 志波徹, 高田光雄, 近本智行, 土井脩史, 加茂みどり: 実験集合住宅 NEXT21 における屋外中間領域の利用に対する環境的な影響要因-集合住宅における中間領域に関する研究 その 6-, 日本建築学会学術講演会, 2017 年
- ④ 加茂みどり, 高田光雄, 近本智行, 土井脩史, 志波徹: 実験集合住宅 NEXT21 における屋外中間領域の利用に対する空間的な影響要因-集合住宅における中間領域に関する研究 その 7-, 日本建築学会学術講演会, 2017 年
- ⑤ 生川慶一郎, 近本智行, 高田光雄, 土井脩史: ヒートショックの緩和に向けた水廻り空間の断熱改修による温熱環境の改善効果-京町家における部分断熱改修に関する研究 その 5-, 日本建築学会学術講演会, 2018 年
- ⑥ 土井脩史, 近本智行, 高田光雄, 生川慶一郎: 水廻り空間の断熱改修によるヒートショックの緩和可能性-京町家における部分断熱改修に関する研究 その 6-, 本建築学会学術講演会, 2018 年
- ⑦ 土井脩史, 近本智行: 部分断熱改修を実施した京町家におけるヒートショックの緩和方策の検討, 空気調和衛生工学会大会学術講演梗概会, 2018 年

〔図書〕 (計 0 件)

〔産業財産権〕

○出願状況 (計 0 件)

〔その他〕

ホームページ等

#### 6. 研究組織

##### (1) 研究代表者

土井 脩史 (DOI, Shushi)  
京都橘大学・現代ビジネス学部・講師  
研究者番号: 7 0 7 7 9 0 8 2