

令和 6 年 6 月 18 日現在

機関番号：14303

研究種目：研究活動スタート支援

研究期間：2022～2023

課題番号：22K20460

研究課題名（和文）半屋外空間をバッファーとして計画した建築における温熱環境の計画手法に関する研究

研究課題名（英文）A study on thermal environment design method of semi-outdoor space as buffer space

研究代表者

菅 健太郎（Suga, Kentaro）

京都工芸繊維大学・デザイン・建築学系・特任准教授

研究者番号：80966341

交付決定額（研究期間全体）：（直接経費） 2,200,000 円

研究成果の概要（和文）：本研究では、屋内と屋外の間領域となるバッファー空間を有する建築を実測し、コンピュータシミュレーションとの比較を通して、これらの空間の温熱環境的な特徴とメカニズムを解明し、設計に活用できる以下の3つの知見を得た。1）バッファー空間を設けることで、屋内、半屋外、屋外と段階的な気候を形成することができ、半屋外は住民にとっても様々なアクティビティに使える快適な空間たりうる。2）半屋外空間に設置された樹木は蒸散効果を通して日射によるオーバーヒートを防ぎ、快適温度に保つ能力があり、計算にて占めることができる。3）断熱性能が低すぎるとバッファー空間の効果が効かない。

研究成果の学術的意義や社会的意義

本研究では設計手法の確立されていない半屋外空間の温熱環境について、実測とシミュレーションを通してその熱的特性とメカニズムについて明らかにし、設計に活かせる知見を得ようとするものである。エアコンを前提として完全に閉じられた屋内と異なり、半屋外空間ではパッシブ手法を中心に環境調整を行うことが可能であり、かつ快適な環境を保つことができればエネルギー消費を大きく抑えることができ、脱炭素社会に向けて建築の可能性を大きく広げるものである。また自然とつながる感覚がより大きくなると考えられる半屋外空間は、生活空間もしくは仕事の空間においてウェルネスを向上させることも期待される。

研究成果の概要（英文）：In this study, we conducted measurements of buildings with buffer spaces that serve as intermediate areas between indoor and outdoor environments. Through comparisons with computer simulations, we investigated the thermal environmental characteristics and mechanisms of these spaces, deriving the following three insights that can be utilized in design:

1) By incorporating buffer spaces, a gradual climatic transition from indoor to semi-outdoor to outdoor can be formed, and the semi-outdoor area can be a comfortable space for various activities for the residents. 2) Trees placed in semi-outdoor spaces can prevent overheating due to solar radiation through their transpiration effects and have the ability to maintain a comfortable temperature, which can be quantified through calculations. 3) If the insulation performance is too low, the effect of the buffer space becomes ineffective.

研究分野：建築環境工学

キーワード：半屋外環境 バッファー空間 パッシブ手法

1．研究開始当初の背景

建築室内環境の設計においては、空間が壁や建具により閉じられており、外部と遮断される前提で各種の理論や手法が組み立てられている。省エネルギーのための高気密・高断熱といった手法も当然その前提で組み立てられたものである。一方申請者は実務で建築環境設計に関わる中で、居住者からより自然につながった空間、いわば外部に開いた室内空間を求められることが多くなってきており、コロナ禍でよりいっそうその意義が改めて問われていると感じている。また脱カーボンの動きが加速する中で、世界的には今後新興国を中心に増大する冷房のためのエネルギー消費をいかに削減するかに注目が集まり、パッシブクーリング技術に関する関心も高まっている。日本は四季の際立った気候に位置しており、パッシブ技術を議論する際には、断熱やパッシブソーラー技術などの暖房技術と、日射遮蔽や通風といったパッシブクーリング技術をいかに両立するかが問われているといえる。

2．研究の目的

本研究では、半屋外となるバッファー空間を有し、かつ躯体の蓄熱容量や日射遮蔽の工夫により放射環境を緩和している実在の建築に着目する。これらの建築を対象に環境実測を行い、かつユーザーや居住者へのアンケートを通して快適性や有効性についてのフィードバックを得る。パッシブ手法による放射環境の緩和により、半屋外空間が自然とつながりながら温熱的にも快適な環境を形成することができるという仮説を検証するとともに、その限界も把握する。また実測結果を元に、机上計算とも比較することで熱移動の振る舞いを分析して、改善点や課題などの考察も行う。本研究の成果を元に、最終的には半屋外空間を設計するための設計手法の確立を目指す。

3．研究の方法

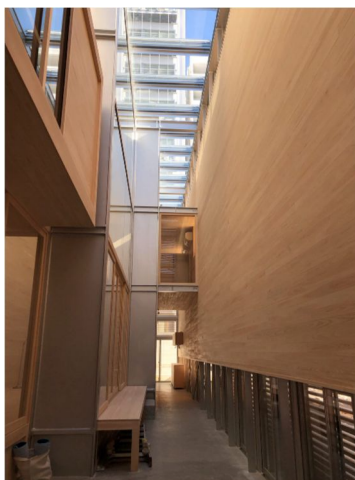
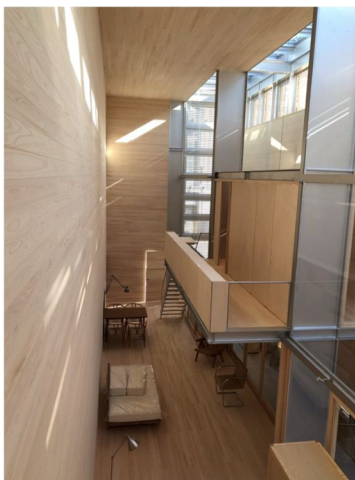


図1 左：リビング 右：通り庭



図2 樹木を屋内に有するオフィス

半屋外空間もしくはバッファー空間を有すると考えられる建築の実測対象として、本研究では4件の建築を対象とした。

一つは半屋外空間をバッファーとして計画した住宅である。京都の伝統的な通り庭を模した半屋外空間の上部を太陽熱でオーバーヒートさせることで煙突効果により風を起こす工夫をしている。また土間床下に断熱を入れており、建築内部の蓄熱容量を大きくとることで安定を図っている。

もう一つは群馬県高崎市にあるコンクリート造のオフィスである。上部が前面トップライトとなっており、室内に樹木が枝を広げており、環境的には半屋外空間に近い。

最後に京町家を改修したオフィスと住宅を検討対象として実測を行っている（現在計測中）。いずれも伝統的な仕上げの土壁などを残した京町家で、オフィスは内部に間仕切りを設けてBox in Box型にして環境調整を図っている。住宅は外壁の外側に建具でレイヤーを設けることで、ダブルスキン状にして環境調整を図っている。

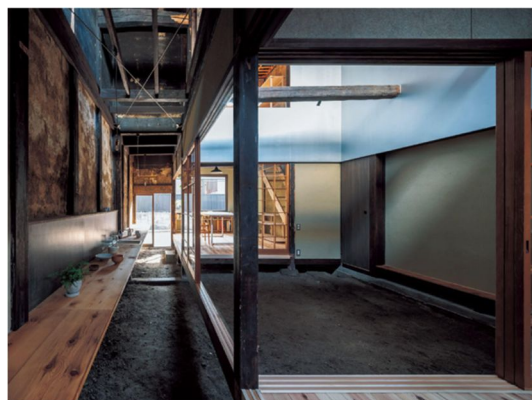


図3 京町家を改修したオフィス

4. 研究成果

4.1 通り庭をバッファー空間とした住宅の実測

各室に温湿度ロガー、また土間床に表面温度センサーロガーを設置し、2021年7月から2022年11月まで温湿度計測を行った。年間を通して屋内は快適域温度範囲に安定しており、バッファー空間となる通り庭は外気と屋内のちょうど中間領域となる温湿度となっていた。通り庭空間は上下の温度を比べると上部は日射熱により日中気温が大きく上がる傾向にあるが、天井が高く、また熱容量の大きい土間によって居住域は温度が比較的安定していた。居住者へのアンケートより風の通る通り庭の環境に対する満足度は高く、半屋外空間としても十分に生活の空間とすることができていることがわかった。

4.2 屋内に樹木を有するオフィス

10m近い天井高の空間であることから、上部、中間部、居住域の3箇所で温湿度ロガー、壁面や床に表面温度ロガーを設置し、2022年10月から計測を開始している（2024年6月現在継続中）。全面トップライトでコンクリートの壁に囲まれた空間であることから、10月でも日射により室内が高温になることが予測されたが、計測された温度はそこまで高くなかった。そこで気象条件と運用条件を実測期間に合わせてコンピューターシミュレーションを行い、比較した。樹木による蒸散作用を入れないと室内温度は30℃を超えるのに対して、樹木による蒸散効果を入れたシミュレーション結果が実測結果と一致したことから、樹木の効果を定量的に把握することができ、植物が屋内にあるときの計画における知見を得ることができた。

4.3 京町家の部分改修の効果

2023年度より2件の京町家を対象として実測を開始している。実測を行う中で、元の京町家の外皮性能が気密性能・断熱性能ともに低いことから、内部空間で更に間仕切りを行って暖房しても効果が低いことがわかり、伝統的な町家を残すために断熱性能を高めることの重要性を再認識した。そこでコンピューターシミュレーションを用いて、断熱部分改修でどこまでの性能を確保することができるかを検討している。検討の結果、居室部分のみを断熱強化することで通り庭などの非居室は伝統的工法の土壁などを残したとしてもZEH住宅に近い環境性能を確保することも可能であることがわかった。実測対象とした京町家は実際に部分断熱改修を行い継続して実測を行っており、今後その効果を検証する予定である。

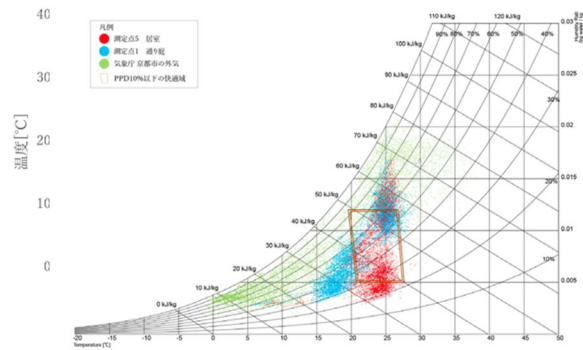


図2 左：リビング 右：通り庭

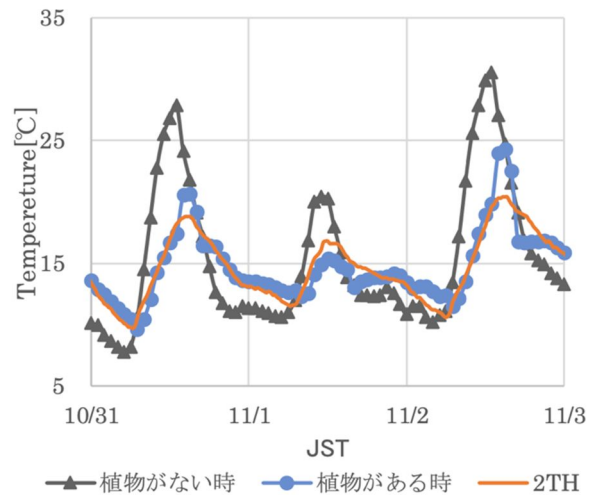


図3 実測結果（2TH）とシミュレーション結果（樹木の有無で2種類）の違い

発表論文

- 1) 通り庭をバッファー空間とした現代風京町家における室内温熱環境の実測 藤巻大輝、清野新、菅健太郎、伊庭千恵美 日本建築学会大会 2023年
- 2) 樹木が屋内温熱環境に及ぼす影響の計算方法に関する研究 水上明日香、菅健太郎 日本建築学会近畿支部研究発表会 2023年
- 3) ZEH水準の省エネルギー性能を目指した京町家の部分改修に関する研究 金ジョンミン、森富太郎、菅健太郎 日本建築学会 2024年

5．主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計0件

〔学会発表〕 計3件（うち招待講演 0件／うち国際学会 0件）

1．発表者名 藤巻大輝、清野新、菅健太郎、伊庭千恵美
2．発表標題 通り庭をバッファー空間とした現代風京町家における室内温熱環境の実測
3．学会等名 日本建築学会大会
4．発表年 2023年

1．発表者名 水上明日香、菅健太郎
2．発表標題 樹木が屋内温熱環境に及ぼす影響の計算方法に関する研究
3．学会等名 日本建築学会近畿支部研究発表会
4．発表年 2023年

1．発表者名 金ジョンミン、森富太郎、菅健太郎
2．発表標題 ZEH 水準の省エネルギー性能を目指した京町家の部分改修に関する研究
3．学会等名 日本建築学会
4．発表年 2024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
---------	---------