

日本の伝統民家に施された地域における工夫 が室内環境に及ぼす影響の検証

篠田, 開 / SHINODA, Kai

(出版者 / Publisher)

法政大学大学院デザイン工学研究科

(雑誌名 / Journal or Publication Title)

法政大学大学院紀要. デザイン工学研究科編 / Bulletin of graduate studies.
Art and Technology

(巻 / Volume)

12

(開始ページ / Start Page)

1

(終了ページ / End Page)

6

(発行年 / Year)

2023-03-24

(URL)

<https://doi.org/10.15002/00030207>

日本の伝統民家に施された地域における工夫が 室内環境に及ぼす影響の検証

VERIFICATION OF THE EFFECT OF TRADITIONAL JAPANESE HOUSES ARE LOCAL DESIGNED
ON THE INDOOR ENVIRONMENT

篠田開

Kai SHINODA

主査 川久保俊

法政大学大学院デザイン工学研究科建築学専攻修士課程

In this study, CFD analysis was used to quantify the effects of the devices applied to traditional Japanese houses in various regions of Japan on the indoor thermal environment of private houses, and steady-state analysis was conducted under various climatic conditions. The results showed that traditional Japanese houses in hot areas device in summer than those in cold areas. In winter, traditional Japanese houses in cold regions were better suited to effectively warm the whole room, while traditional Japanese houses in hot regions were better suited to warm only the living space.

Key Words : *Traditional Japanese houses, CFD analysis, Thermal environment*

1. 序論

現代の日本はあらゆる分野において技術革新が進んでおり、特に住宅分野においては高品質で安価な断熱材や建築材料の普及、空調設備の利用などにより外気的气候条件に関係なく室内環境を快適に保つことが容易となった。その一方で、自然環境の観点から見ると空調設備の利用などは自然環境に多大な影響を与えている。このように現代では技術革新の影響により、快適な生活を得ることができたが地球温暖化などの環境問題に直面している。地球温暖化の解決には温室効果ガスの削減が必要であり、2020年以降の温室効果ガス削減に関する、国際目標を掲げたパリ協定では建築分野からの二酸化炭素排出量は2020年から毎年約8%削減されるべきとされているが、現状として二酸化炭素排出量は依然増加傾向にある。この建築分野の問題に対してヴァナキュラー建築が持つ持続可能性や環境低負荷なつくり近年注目が集まっている。

ヴァナキュラー建築とは、様々な気候風土の中で培われてきたものであり、特に居住が困難な寒冷・蒸暑気候などにおいて地域によって独特な形状や住まい方が見いだされ、生活の拠点として人類が適応してきた叡智と言える存在である。日本においても各地域の気候風土に適したヴァナキュラー建築が存在する。

日本列島は南北に長い地形であるため、ケッペンの気候区分によると北は亜寒帯から南は亜熱帯まで様々な気

候に属しており、四季の存在などによって様々な気候特徴がある。また、日本列島には高い山々が連なる山脈があるため、冬は日本海側で曇りや雪または雨の日が多い一方、太平洋側では晴れの日が多くなる。[1]このように日本は地域によって様々な気候が見られるため、日本には多様なヴァナキュラー建築が分布している。

日本の伝統民家に対しては様々な研究が行われており、砂田[2]の研究では国内外のヴァナキュラー建築の構法や形態と気候風土の関係を表した研究が行われた。その結果、国内外問わず、ヴァナキュラー建築の構法や形態には周辺環境が影響を与えていることが示唆された。

小川[3]の研究では岐阜県の合掌造り民家について、周辺の複雑な地形や雪囲いなどを考慮した数値流体解析や実測が行われた。その結果、合掌造り民家の室内環境を定量的に示すことができ、地域の気候、生活様式に適した作りであることが示された。

以上の研究のように気候条件に合わせた伝統民家に施された工夫の傾向は見る事ができ、地域の代表的な作りの民家の室内環境を定量的に示された。しかし、日本の伝統民家に施された建築、生活の工夫が室内環境に与えた影響を定量的に示した研究は少ない。そこで本研究では数値流体解析を用いて日本の伝統民家に施された各地域の建築的、生活的工夫が室内環境に与えている影響を定量化し、効果を検証することを目的とする。

2. 日本の各地域における伝統民家の選定

(1) 日本の気候条件による気候区分

日本列島は南北に長く、四季の存在などの影響により様々な気候特徴が見られる。これらの気候特徴に適応するために日本には多様な伝統文化が分布している。そこで本研究では建築物省エネ法において断熱基準を定める際に用いられる8つの気候区分を用いて日本の伝統民家について特徴分けを行った。地域区分を図1に示す。

(2) 調査対象とする民家の選定

本研究では日本の伝統民家において各地域の気候風土に適した建築の作り、住まい方が最も表れている代表的な民家を選定して解析対象とする必要がある。代表的な民家を選定するため調査対象文献として「日本の民家」を選定した。この文献は日本各地の重要文化財に指定されている民家を中心として建築的価値の高い民家を収録しており民家をモデリングするために必要な図面が保存されているため調査対象とした。[5]

各地域における代表的な民家を選定する項目としては室内環境に影響を与えると考えられる、暮らし方、屋根材、屋根形式、平面形式、面積に関して調査を行った。まず、暮らし方に関しては江戸時代末期から明治初期に多くの人が農民であったことから農家を調査対象とした。[10]「日本の民家」に収録されている175件の農家を調査対象とした。調査した175件の民家の屋根形式、屋根葺材、平面形式、建築面積について調査し、省エネ基準地域区分を用いて伝統民家の地域分けを行った結果を表1に示す。屋根形式に関しては多くの地域で寄棟屋根が見られ、関東地方や近畿地方に近い地域では入母屋が多く切妻はどの地域でもほとんど見られなかった。屋根葺材に関しては本州の多くの地域で茅葺が使われており、沖縄県が分類されている8地域と7地域の一部では台風などに対する強風対策のため瓦葺が多い傾向が見られた。平面形式に関しては本州の多くの地域で直家の形式が見られ、積雪寒冷地域に近い3地域などでは家畜の命を守るために住んでいる人と家畜の小屋をつなげて作ることが多いため角家の形式も見られ、室内の土間空間が広く作られる傾向にあった。沖縄県が分類される8地域などでは風の影響を受けない工夫として建築高さを低くするために分棟の形式が見られた。

以上の結果より、1地域2地域の民家に対して件数が不足しているおり代表的な民家を選出できないため今回の調査対象外とした。8地域について調査件数は少ないが4つの民家のうち3つの民家で同様の作りが見られたため解析対象の1つとした。4~7地域に関しては建築の特徴、生活の工夫が3地域、8地域と類似しており解析を行った場合類似した結果になるため今回は3地域、8地域の伝統民家を解析対象とした。表2の傾向に類似している3地域の代表的な民家として「笠石家住宅」、8地域の代表的な民家としては「銘苺家住宅」を選定した。

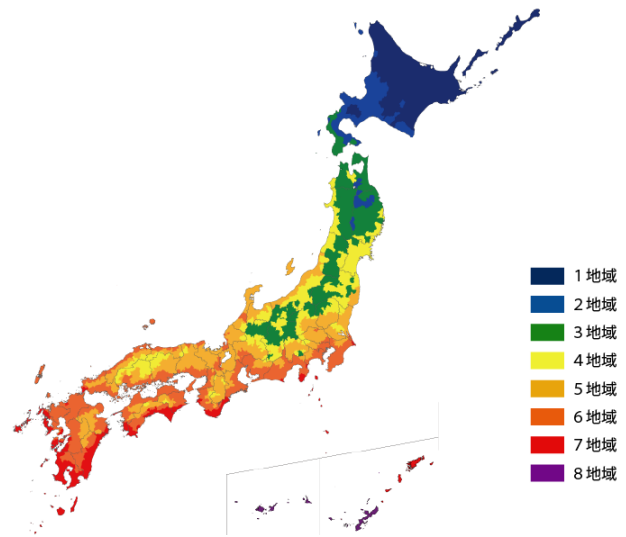


図1 省エネ基準地域区分[4]

表1 各地域における伝統民家の特徴分け[5][6][7][8]

	件数	屋根	葺材	平面	面積
1地域	0				
2地域	1	寄棟	茅葺	直家	59[m ²]
3地域	11	寄棟	茅葺	直家	218[m ²]
4地域	37	寄棟	茅葺	直家	233[m ²]
5地域	46	寄棟	茅葺	直家	210[m ²]
6地域	68	入母屋	茅葺	直家	194[m ²]
7地域	8	寄棟	茅葺	直家	170[m ²]
8地域	4	寄棟	瓦葺	分棟	166[m ²]



図2 笠石家住宅の外観[10]



図3 銘苺家住宅の外観[11]

3. 解析条件・解析モデルについて

(1) 解析条件について

本研究では各地域の伝統民家に施されていた工夫が室内環境に与えた影響を明らかにするため、選定した民家に対して夏季と冬季の各地域の気候条件を与えた。気候条件に関しては2020年度の標準年気象データを用いて設定した。標準年気象データとは10年程度の観測データから月別に代表的な年を選択し、それらを接合して作成した仮想の1年間のデータである。気象データには年周期性が見られ、年によって気候にばらつきがあるため、いつの気候データを使用するか判断できないことが考えられるため、本研究では標準年気象データ[12]を用いて気候条件を設定した。3地域と8地域の選定した民家に標準気象データから3地域と8地域の2つの地域の夏季と冬季の気候条件を設定して比較する。解析条件として設定した気候条件は表2、3に示す。

発熱条件に関して、夏季は人体発熱のみを考慮し、冬季は人体発熱と室内で囲炉裏を焚いていることを想定した発熱条件を設定した。人体発熱については二世帯で子供が2人で合計して6人が生活していることを想定して、簡易的な人体モデルを作成し大人男性には120W 大人女性には100W 子供には80Wの発熱条件を与え囲炉裏周辺に設置した。[13]

本研究では室内の土間空間の面積の広さの違いがあり地表面から得る熱を考慮する必要がある。地温は一定の深さまでいくと一年中温度が大きく変化しない深さがあり、7m以降は年間を通じて15°C付近で安定していることから7m以降の地中温度を15°Cに設定した。[14]

(2) 笠石家住宅の解析モデルと解析条件

本研究では夏季と冬季の伝統民家に施された工夫の効果を検証する目的があるため、夏季と冬季で解析モデルを変更する必要がある。第3地域の代表的な民家として選定した笠石家住宅の平面図を図4に示す。平面図に記載されている断面線はシミュレーションの結果を表示する際の断面線である。断面線A-A'では熱源周辺の長手方向に切断した。[15]

夏季の解析モデルに関しては笠石家住宅の作りとして入り口にあたる南東側以外の面は全て壁で閉ざされているため、南東側の入り口、「じょい」の一部分、にやの格子の部分を開口部とした。内壁に関しては板戸、襖は開いた状態とした。冬季に関しては外壁、内壁は基本的に閉じた状態とした。生活していたと考えられる「だいどこ」では棹ぶち天井を用いて簡易的に天井を作り、熱を逃さない工夫をしていたと考えられるため「だいどこ」の部屋のみ天井を設けた。以上の条件で作成した笠石家住宅の冬季の解析モデルを図5に示す。

表4に冬季における笠石家住宅の解析条件を示す。気候条件は表3の冬季の気候条件を設定した。夏季の解析条件は表2の気候条件を設定し、他の条件は同一とした。

表2 夏季の気候条件[12]

	地名	平均気温	風速
3地域	青森県青森市	20.1 [°C]	2.2[m/s] (南東)
8地域	沖縄県那覇市	28.3 [°C]	3.2[m/s] (南東)

表3 冬季の気候条件[12]

	地名	平均気温	風速
3地域	青森県青森市	-0.3 [°C]	2.9[m/s] (南西)
8地域	沖縄県那覇市	18.1 [°C]	3.3[m/s] (北西)

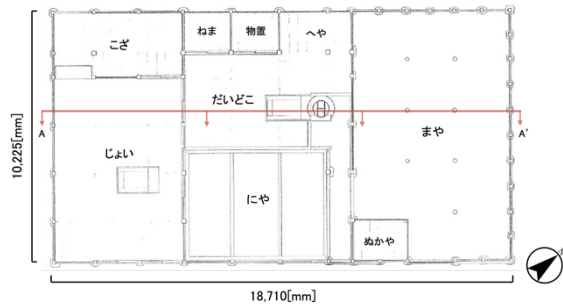


図4 笠石家住宅平面図[15]

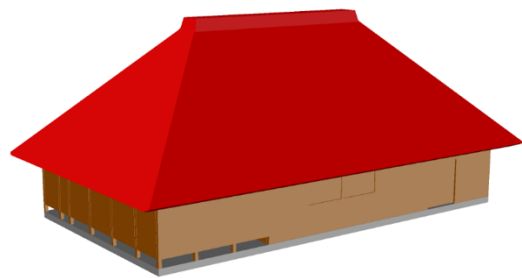


図5 冬季における笠石家住宅の解析モデル

表4 冬季における笠石家の解析条件

解析		定常解析
解析領域		30[m](x) × 20[m](y) × 20[m](z)
乱流モデル		線形低レイノルズ数モデル
要素数		約720万個
流れ境界条件	流入面	3地域(南西) 2.9[m/s] 8地域(北西) 3.3[m/s]
	流出面	3地域(北東) 全圧力境界 0.0[Pa] 8地域(南東)
壁境界条件	3地域 南西面・北東面・上面	free-slip
	8地域 北西面・南東面・上面	
	流体と接する全面	no-slip
熱境界条件	流体-固体間	熱伝達条件
	固体-固体間	
固定条件	地面 (7[m]以降)	15.0[°C]
輻射		VF法

(3) 銘苧家住宅の解析モデルと解析条件

本研究では夏季と冬季の伝統民家に施された工夫の効果を検証する目的があるため、夏季と冬季で解析モデルを変更する必要がある。第 8 地域の代表的な民家として選定した銘苧家住宅の平面図を図 6 に示す。平面図に記載されている断面線はシミュレーションの結果を表示する際の断面線である。断面線 A-A'では熱源周辺の長手方向に切断した。[16]

夏季の解析モデルに関しては銘苧家住宅の作りとして外壁は入り口の他にも全面に開口部が作られており開口となる壁は開いている状態とした。内壁に関しては板戸、襖を開いた状態とした。冬季の解析モデルに関しては外壁、内壁は基本的に閉じた状態にした。以上の条件で作成した銘苧家住宅の夏季の解析モデルを図 7 に示す。

表 5 に夏季における銘苧家住宅の解析条件を示す。気候条件は表 2 の夏季の気候条件を設定した。冬季の解析条件は表 3 の気候条件を設定し、他の条件は同一とした。

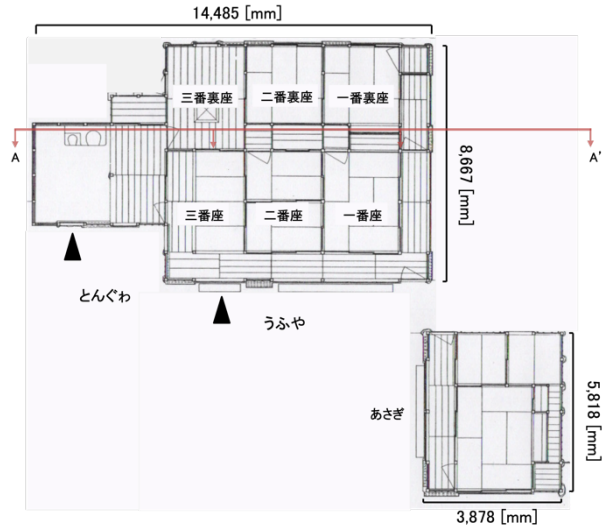


図 6 銘苧家住宅の平面図[16]

4. 解析結果

本研究では、日本の各地域の伝統民家に施された工夫が民家の室内温熱環境に及ぼす影響を定量化するため、様々な気候条件を与えて定常解析を行った。今回の結果においては解析対象民家に設定した伝統民家の地域区分の気候条件を与えた結果を記載する。なお、z 軸の断面線については地面から 1.5[m]とし、B-B'断面と示す。

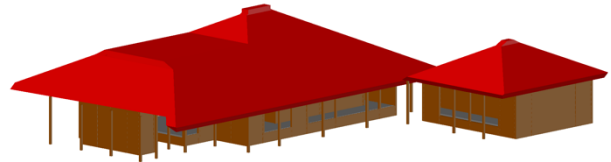


図 7 夏季の銘苧家住宅の解析モデル

(1) 夏季における室内環境の比較と考察

夏季の 3 地域、8 地域の気候条件における C-C'断面の流速の空間分布を図 8 に示す。

3 地域の気候条件の笠石家住宅の風速に着目すると、外壁の開口が南東面に集中しているため、開口付近の風速は 1.5[m/s]程度であったが室内全体は 0 に近い値となった。また、8 地域の気候条件においては風向が南東であるため開口付近の風速は 2[m/s]あるが、北西側に開口がないため室内全体では 0.5[m/s]程度であった。銘苧家住宅に着目すると、開口付近では 2[m/s]程度流入しており室内全体においては 1[m/s]程度であった。また、銘苧家住宅が 8 地域の代表的な民家であるため、8 地域の気候条件においては南東の風向が表座、裏座の各部屋に 2.5[m/s]程度流入していた。2 つの民家を比較すると銘苧家住宅の作りの方が室内に流入していることが示された。銘苧家住宅は南東の風向に適した作りとして、南東側が開口できるように板戸、襖が南東側についていることが多くみられ、「三番裏座」においては北西側に開口を設けたことでその地域の風速・風向を効果的に室内全体に取り込みやすい作りになっていたと考えられる。それに対して笠石家住宅では南東側に開口が集中しているため南東が風向の場合でも効果的に空気を取り入れることはできず、夏季に対しては工夫が少ない作りであったと考えられる。

表 5 夏季における銘苧家の解析条件

解析		定常解析	
解析領域		30[m](x) × 20[m](y) × 20[m](z)	
乱流モデル		線形低レイノルズ数モデル	
要素数		約 720 万個	
流れ境界条件	流入面	3 地域 (南西)	2.9[m/s]
		8 地域 (北西)	3.3[m/s]
	流出面	3 地域 (北東)	全圧力境界 0.0[Pa]
		8 地域 (南東)	
壁境界条件	3 地域 南西面・北東面・上面		free-slip
	8 地域 北西面・南東面・上面		
	流体と接する全面		no-slip
熱境界条件	流体-固体間		熱伝達条件
	固体-固体間		
固定条件	地面 (7[m]以降)		15.0[°C]
輻射		VF 法	

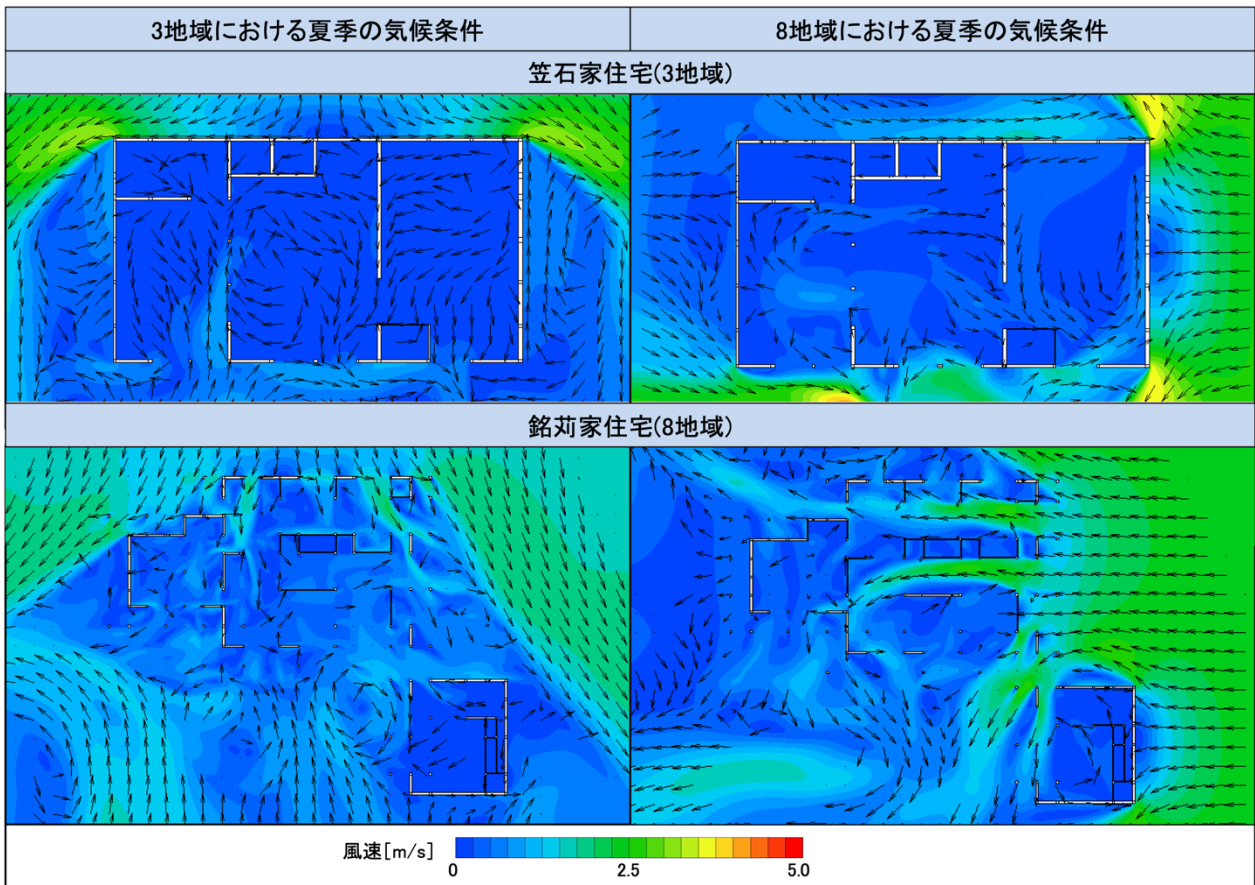


図8 夏季の気候条件における風速の解析結果 (B-B'断面)

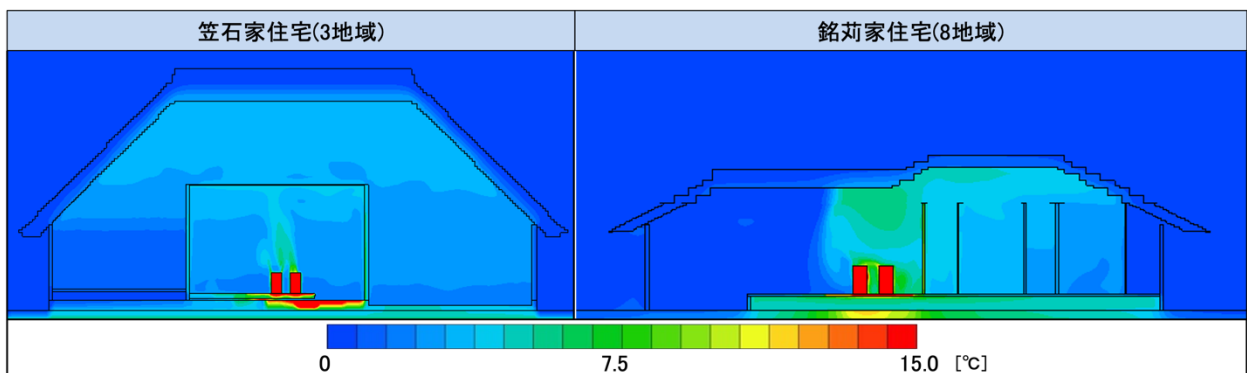


図9 冬季の3地域の気候条件における空気温度の解析結果 (A-A'断面)

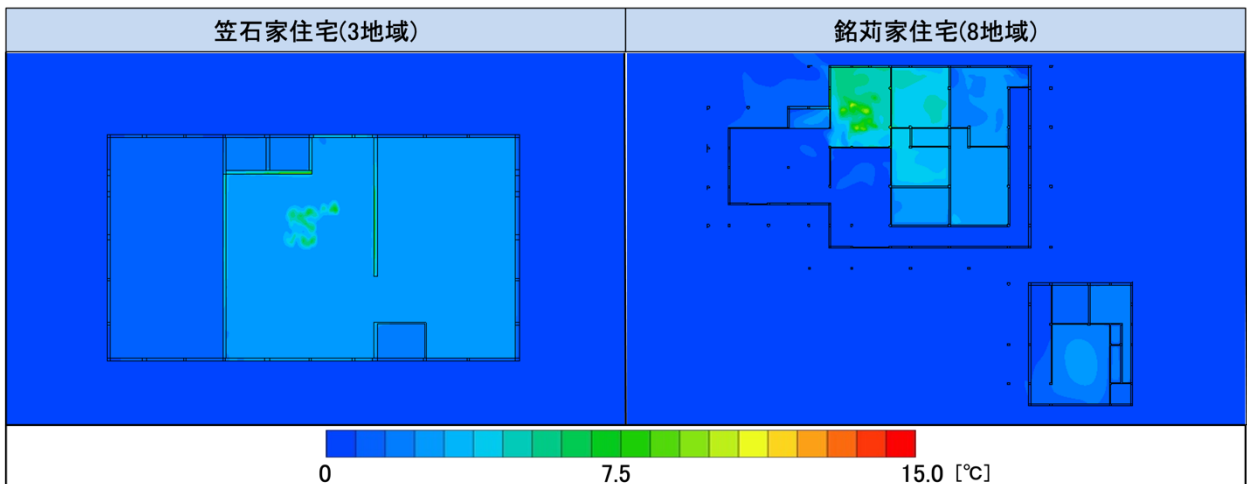


図10 冬季の3地域の気候条件における空気温度の解析結果 (B-B'断面)

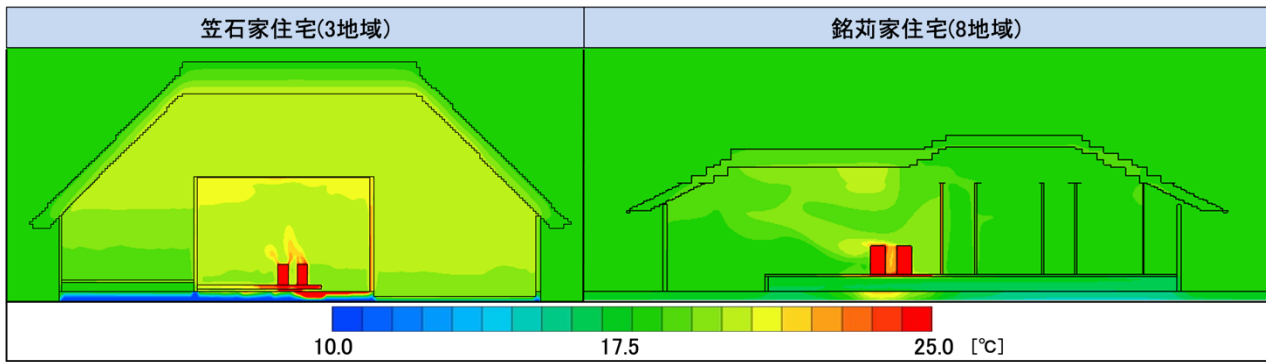


図 11 冬季の 8 地域の気候条件における空気温度の解析結果 (A-A'断面)

(2) 冬季における室内環境の比較と考察

冬季の 3 地域、8 地域の気候条件における B-B'、C-C' 断面の空気温度の解析結果を図 9、10、11 に示す。

3 地域の気候条件の笠石家住宅に着目すると熱源がある「だいどこ」と「まや」の空気温度は 5[°C]程度であったが、「じょい」の空気温度は 2[°C]程度であった。また、8 地域の気候条件においても「だいどこ」と「まや」の空気温度は 21[°C]程度であったが、「じょい」の空気温度は 19[°C]程度であった。3 地域の気候条件の銘苅家住宅においては熱源がある「三番裏座」の空気温度は 7[°C]程度であり、近くに位置する「二番裏座」、「二番座」は 5[°C]程度であったが他の部屋は外気温と同程度の空気温度であった。また、8 地域の気候条件においては「三番裏座」の空気温度が 20[°C]程度であり、他の部屋は外気温と同程度の空気温度であった。

以上の結果より、部屋を細分化せず大きな部屋が多い作りの笠石家住宅は生活空間において竿縁天井を設けたことで効果的に温められた。また、東北地方の民家では家畜を殺さないために室内に厩をおり、竿縁天井を設けることで「だいどこ」と「まや」空間まで効率的に温めることを可能にしたと考えられる。3 地域の気候条件において外気温と比較して室内は 5[°C]程度温められたが、生活空間においても 5[°C]程度であったことから、囲炉裏からの放射熱を効率的に利用していたこと、服を着込むなどの対策をしていたと考えられる。

5. 結論

本研究では日本の各地域における伝統民家に施された工夫が室内環境に与える影響を明らかにするため選定した代表的な民家に対して各地域の夏季、冬季の気候条件を与え、選定した民家の解析結果を比較した。

その結果、夏季の気候条件においては 8 地域の民家の工夫として南東側が開口できるように板戸、襖が多く作られたことで、室内に効率よく風を取り入れていることが示唆された。冬季の気候条件においては 3 地域の民家は部屋を細分化せず広い部屋が多い作りであったが、竿縁天井を設けたことで生活空間を効果的に温めることが示唆された。また、東北地方の民家では家畜を殺さない

ために室内に厩を設けており、竿縁天井を設けたことで効率的に厩も温める工夫となっていた。

以上のことから日本の地域における伝統民家に施された工夫が地域の気候や生活に適していることが確認された。しかし、本研究では再現できていない伝統民家の工夫や解析条件があるため、それらを考慮することで解析精度の向上につながると考えている。

参考文献

- 国土交通省 気象庁：日本の気候
https://www.jma.go.jp/jma/kishou/known/kisetsu_riyou/tenkou/Average_Climate_Japan.html(2023-1-20 閲覧)
- 砂田和輝：国内外のヴァナキュラー建築と気候風土の関心のデジタルマップ化に関する研究、2022 年度 法政大学 修士論文
- 小川夕季 他：白川村の地形モデルを用いた CFD 解析と合掌造り民家の温熱環境実測、日本建築学会環境系論文集、第 84 巻、第 763 号、pp.493-496、2019 年
- 国土交通省:建築物エネルギー消費性能基準等小委員会配布資料
<https://www.mlit.go.jp/policy/shingikai/content/001315641.pdf>(2023-1-20 閲覧)
- 学習研究社：「日本の民家 第 1 巻」、1981
- 学習研究社：「日本の民家 第 2 巻」、1980
- 学習研究社：「日本の民家 第 3 巻」、1981
- 学習研究社：「日本の民家 第 4 巻」、1981
- 関山直太郎：「近世日本の人口構造」、pp.275-314、1958
- 文化遺産オンライン：旧笠石家住宅
<https://bunka.nii.ac.jp/heritages/detail/184236>
- おきなわ物語 沖縄観光情報 WEB サイト
<https://www.okinawastory.jp/spot/30000049>
- 株式会社気象データシステム、「拡張アメダス気象データ標準年気象データファイル 2020 年版」、株式会社気象データシステム、2020
- 序章 住宅の快適性とエネルギー消費の基礎：
<https://www.pref.okinawa.jp/site/doboku/shido/shido/shouene/documents/syouenegaidorainnsyouene.pdf>(2023-1-20 閲覧)
- 岡田武松：「気象学 上巻 科学叢書 第 5 編」、岩波書店、pp.66-67、1934
- 文化財建造物保存技術協会：「重要文化財笠石家住宅修理工事報告集」、1976
- 文化財建造物保存技術協会：「重要文化財銘苅家住宅修理工事報告集」、1979