北海道の現代住宅における主空間の形状と温熱環境の関係性
THE RELATIONSHIP BETWEEN FORM AND THERMAL ENVIRONMENT
ON MAIN ROOM MODELS OF CONTEMPORARY HOUSES IN HOKKAIDO

藤原紀沙*, 村田 涼**, 湯浅和博***, 安田幸一****

*Kisa FUJIWARA, Ryo MURATA, Kazuhiro YUASA
and Koichi YASUDA*

This study aimed to clarify the relationship between the room form and indoor thermal environment by examining how the form and other factors affect indoor thermal environment on models of main rooms such as living rooms and dining rooms, in contemporary houses of cold climate areas. The present study has demonstrated the relationship between the room form and indoor thermal environment on main room models of contemporary houses in Hokkaido. The present result suggested the possibility to make an intimate relationship between indoor and outdoor spaces by using large windows in houses of cold climate areas.

Keywords: Cold Climate Housing, Form, Heat Load, Indoor Thermal Environment, Parametric Study

寒冷地住宅, 形状, 熱負荷, 温熱環境, パラメトリックスタディ

1. 序論

1.1 研究の背景と目的

屋外の環境に対応した快適な住環境の実現は、住宅設計における普遍的なテーマであり、地域の気候や地理的な特性を生かした様々な工夫が行われてきた。

特に、年間を通し気温が低く、冬の気温が零下となる気候的な特徴のある北海道では、厳冬の寒さへの対策が住宅設計における重要な設計条件として挙げられてきた。そのため、この地域における戦後の住宅技術の開発は「いかに冬を快適に過ごすか」に主眼が置かれ、断熱工法や暖房手法の開発と研究が行われ、これらの発展とともに冬の室内環境の快適性は大きく向上した^{注1)}。

例えば、1953年の北海道防寒住宅促進法の制定後、北海道住宅供給公社が中心となり不燃防寒住宅としてのコンクリートブロック造住宅の供給が行われた。「居間中心型プラン」や「小さな窓」といった特徴をもつ、この住宅が原型的な役割を果たし、外部の寒さを内部に伝えずに光や風景などを取り入れるために硬固な外壁にどのように開口を穿つかという様々な試行錯誤が行われてきた^{注2)}。高断熱・

高気密技術が確立した近年では、冬期だけでなく四季を通して北海道の気候に対応する住宅を目指し、大きな開口や吹抜けを介して光や風景をもつ開放的な空間構成も数多く試行されている^{注3)}。

これらの住宅設計の変遷からは、この地域の気候に応答する空間と環境のバランスが、それぞれの年代において様々な実践されていることがうかがえる。また、特に居間とダイニングとひとつづきになっているものや、吹抜けで居間と寝室がつながっているものなど「居間中心型プラン」が様々な形状に派生し、居間を中心にプランニングされた現代住宅の例が数多くみられる。そこで、このような居間とつながるひとつづきの空間を主空間^{注4)}として注目することで、北海道の住宅設計における空間と環境のバランスを明らかにすることができると考えられる。そこで本研究では、このような現代の北海道の住宅の特長を、主空間の外気との接し方や窓の設け方などの形状、建物の断熱・気密といった性能、換気の有無といった温熱環境に関わる住まい方（以下、住まい方）の組合せによる冷暖房負荷への影響をシミュレーションソフトを用いて検討し、空間と温熱環境の関係性の一端を明らかにすることを目的とする。

本論文は2013年度日本建築学会大会学術講演会(北海道)、平成25年度日本環境管理学会大会第26回研究発表会、World Sustainable Building Conference 2014 Barcelona で発表したものを修正してまとめたものである。

* 東京工業大学大学院理工学研究科建築学専攻
博士課程・修士(工学)

** 東京工業大学大学院理工学研究科建築学専攻
准教授・博士(工学)

*** 東京工業大学大学院理工学研究科建築学専攻
准教授・工博

**** 東京工業大学大学院理工学研究科建築学専攻
教授・博士(学術)

Graduate Student, Tokyo Institute of Technology, M. Eng.

Assoc. Prof., Dept. of Architecture, Tokyo Institute of Technology, Dr. Eng.

Assoc. Prof., Dept. of Architecture, Tokyo Institute of Technology, Dr. Eng.

Prof., Dept. of Architecture, Tokyo Institute of Technology, Ph. D.

これまでになされてきた住宅の室内の温熱環境に関する学術的な研究のうち、特に特定の地域の住宅の空間的な特徴を検討したものには、北海道の寒冷な気候に対応した住宅の空間構成とその変遷を明らかにしたもの^{3) 6) 7)}や、著者らによるフィンランドや南カリフォルニアにおける近代住宅作品の外部空間の構成を外形や内部空間との関係から検討したもの^{8) 9)}やフィリピン、ヴィガンの住宅の空間構成と街区分割の形成過程及び変容過程を考察したもの¹⁰⁾がある。

また、現代住宅の温熱環境を定量的に検討したものには、ある特定の地域に建てられた住宅の室温やエネルギー消費の実態を実測したもの^{15) 16) 17)}、使われ方や居住者意識などの居住者による環境評価を調査したもの^{18) 19) 20)}、改修計画前後の修繕効果を実測分析したもの²¹⁾が挙げられる。

作品 No.89 西野の家

<形状ボタン>

小高外

大きさ	面積	44.97㎡	小高	
	高さ	3層		
包まれ方	壁	全外接	外	
	天井	外接		
開口率	南	11%	東	0%
	西	23%	北	0%

床	壁				天井
	南	西	東	北	
区切					

<包まれ方> 内接率 壁：南 0% 西 16% 東 41% 北 11%
天井：33%

Figure 1 is a cumulative distribution curve. The vertical axis represents the number of people (人数) from 0 to 150. The horizontal axis represents the number of people (人数) from 0 to 150. The curve is divided into two regions: '大' (Large) and '小' (Small). The '大' region has an average of 68.7 m (38 people) and the '小' region has an average of 34.5 m (58 people). The overall average is 48.0 m.

1層	24
低	
2層以上	72
高	

内接あり	72	外接のみ	24
小低内	18	小低外	2

大低内	2	大低外	2

壁 天井	外接	内接		
		1 内接	2 内接	3 内接
外接	天外外接	天外1 接	天外2 接	天外3 接

内接	天内外接	天内1 接	天内2 接	天内3 接

南	23%
西	14%
東	14%
北	11%

表 1-6 注) 分析対象は全主空間 96 件
表 2,4,6 注)
表中の数字は対象資料内の全主空間 96 件の内、該当数を示す。

No.	掲載年	作品名	大きさ	床	壁	天井	包まれ方	形状 パターン			
				南	西	東	北	区切			
31	JT88	旭山公園の家	小低						天内外接	小低内	
71	JT03	月寒の家									天外1接
77	JT04	F邸-2									天外1接
49	JT94	北国の家 雪中楽									天内1接
2	SK80	円山西町の家									
15	JT87	遠藤文夫自邸-1									
17	JT87	かよさん家									天外2接
38	JT89	五月の風の家-1									
59	JT97	白石3+1Ⅱ-2									
81	JT05	CELLS HOUSE-2									
42	JT90	フェスコ-のある家-1	小高						天内2接	小高内	
50	JT94	北の住宅Ⅰ(SAPPORO)-1									天外2接
61	JT97	麗伽社legato-2									
3	SK80	りょうくんち									天外3接
80	JT05	CELLS HOUSE-1									
36	JT89	鶴々川の家									天内3接
52	JT94	琴瑟館									天外外接
58	JT97	白石3+1Ⅱ-1									
4	SK80	蒼い鯨									
28	JT88	まさきくん家		大低							天外外接
5	SK83	白石の家									
10	JT87	いちい囲いの家									
12	JT87	松本部									
25	JT88	C'sc's オ(両親の家)								天外1接	
37	JT89	新川の家									
45	JT94	幹夫さん家									
69	JT01	傾斜地に建つ家									
79	JT05	終の住処									
95	JT12	雁木のある家									
22	JT87	ハストラ村-M5-13区画	小高						天内1接	小高内	
11	JT87	須見邸									
20	JT87	ハストラ村-M5-17区画									
21	JT87	ハストラ村-M5-1区画									
23	JT87	ハストラ村-M5-12区画									
24	JT88	裏参道の家									
26	JT88	心理学者の家									天外2接
35	JT89	西野の家									
40	JT90	北野の家									
51	JT94	北の住宅Ⅰ(SAPPORO)-2									
53	JT94	地下に住む家	大高						天内2接	大高内	
57	JT97	札幌・西野の家									天外3接
63	JT98	阿瑠素ARS									
82	JT05	チヤコナテ									
27	JT88	札南の素貴家									
18	JT87	ハストラ村-M5-5区画									
64	JT99	北J沢の住宅									
83	JT06	攻守の家									
7	SK86	SHINKOTONI HOUSING-1									
46	JT94	向こう3軒の家A									
55	JT97	街なかの家	大低						天外外接	大低外	
72	JT03	街と山の間に住む家									
85	JT08	KM									
86	JT09	光の矩形									
89	JT10	西野の家									
90	JT10	W									
92	JT11	熊谷邸									
93	JT11	ウミノス									
96	JT12	case									
1	SK80	ヒガア・ウインドウの家		大高							天外1接
32	JT89	双の切妻								天外外接	
66	JT99	藻岩山麓の家									
94	JT12	ATMN									
8	SK86	SHINKOTONI HOUSING-2									
33	JT89	円を内包する家								天外1接	
41	JT90	元町の素九家									

1.3 研究の方法と概要

序論に続き、まず、2章では、北海道札幌市内の現代住宅作品^(注5)の居間を含むひとつながりの空間として主空間 96 件を分析対象とする。それらの主空間の形状を大きさ及び外気との接し方から検討し、さらに開口率パターンも検討することで、主空間の形状パターンを導き出す。

3章では、前章の形状パターンについて、温熱環境のシミュレーションを行いパターンごとの年間冷暖房負荷を算出する。さらに、建物の仕様や住まい方の設定を個別に変更し、それらの温熱環境への影響を年間冷暖房負荷により検討する。

4章では、前章の結果をふまえ、主空間の形状パターンに対する複数の設定の組合せによる影響を検討する。北海道という寒冷な気候に対応した快適な住環境の実現の方法として、日射熱の取得を増強する「開放」と空間からの熱の損失を低減する「閉鎖」という対照的な窓のあり方、外気との熱の取得・損失に差異を生じる「外接」と「内接」という形状の差異に着目し、形状と建物性能や住まい方の組合せの温熱環境への影響を検討する。さらに、96 件の対象事例について各々の年代の断熱基準を適用した場合のそれらの空間の温熱環境と有効な設定の組合せを考察し、札幌の現代住宅作品の主空間における空間と温熱環境の関係性を明らかにする。

2. 主空間の形状

2.1 主空間の大きさと包まれ方

本章では、北海道における現代住宅の主空間の形状のタイプを、主空間の大きさと、主空間を構成する、床、壁、天井といった部位の外気との接し方といった囲まれ方から捉える（図 1）。

まず、主空間の大きさを面積と高さから検討した。床面積の平均は 48.0 ㎡であり、このうち平均より狭い「小」が多くみられた（表 1）。また、主空間の高さは 2 層以上の「高」が 96 件中 72 件と多く、高さ方向へ広がる傾向がある（表 2）。

これらの大きさに、床、壁、天井といった主空間を構成する部位の外気との接し方（以下、包まれ方）を重ね合わせて検討した（表 3）。大きさは「小高」、「大高」が多く、平面方向のみに広がりをもつ「大低」が少ないことから、面積に関わらず、高さ方向へ広がるをもつ傾向がわかる。また、過半数が外気との仕切（以下、外接）となる床と天井が多いのに対し、過半数が他室との仕切（以下、内接）となる壁が多く、特に北面で多くみられる。そこで、特に壁と天井の外接と内接の組合せに着目すると、壁と天井が共に外接のものは全体の 4 分の 1 ほどであり、これらは主空間がその階の大部分を占める事例である（表 4）。一方、壁や天井が内接する場合は、2 面が内接するものが多い。また、主空間内を小さく区切る床や壁が多くみられ、大きな気積を分節してひとつながりの空間をつくっていることがわかる。次に壁に対する開口部の割合（以下、開口率）を方位ごとにみると、南が最大で北が最小である（表 5）。

2.2 主空間の形状パターン

このような主空間の大きさと包まれ方の傾向をふまえ、主空間の形状として 8 つのパターンに分類した（表 6）。「内接あり」のパターンが大半であり、特に「小高内」、「大高内」が多い。一方、「外接のみ」では「小高外」、「大高外」が多く、高さ方向へ広がるをもつ傾向がある。

図 2 モデルの基本設定概要

図 3 形状パターンごとの年間冷暖房負荷

図 4 建物性能と住まい方の設定の変更による影響

図 5 設定の組合せ方

3. 主空間モデルの熱負荷

3.1 シミュレーションの基本設定

前章で導いた8つの主空間の形状パタンの熱負荷をシミュレーションツール^{注6)}を用いて確認する。気候^{注7)}、冷暖房換気の設定期間及び時間、建物性能を図2のように設定した。なお、冷暖房の期間はAPFのための冷暖房期間の算出方法を参照し、冷房は月の大半の日の平均外気温が継続して22℃以上となる8月、暖房は14℃以下となる10月から5月を対象とした。暖房は室温^{注8)}18℃以下、冷房は室温27℃以上で稼働する設定とした。それ以外では毎時30回の換気を行うものとした。

3.2 基本設定時の年間冷暖房負荷

前節の基本設定に従って求められた年間冷暖房負荷により、主空間の形状パタンの温熱環境特性について検討を行った(図3)。

包まれ方に注目すると、冷暖房負荷の差はどのパターンでも、「内接あり」の方が「外接のみ」よりも2割ほど負荷が小さい。大きさに注目すると、「大高」が最も負荷が大きく、「小低」が最も小さい。これらに対し「大低」と「小高」は気積と負荷がほぼ同じである。冷房期間が8月のみであり、最高外気温も27℃を下回るため、冷房負荷はいずれのパターンでも年間負荷全体に比して小さく、また気積が大きくなるほど冷房負荷より暖房負荷の方が増加率が高くなることから、暖房負荷への対策の重要性がわかる。

3.3 建物性能と住まい方の変更による影響

次に、形状パターンごとの基本設定から建物性能と住まい方を個別に変更し、年間冷暖房負荷への影響を確認する。図4のように基本設定から変更を行う。

建物性能の設定を変更した場合、いずれの形状パターンにおいても、断熱材の厚さを「基本設定」の省エネルギー基準^{注9)}(平成11年基準)の倍にした「2倍」、窓を真空複層ガラスにした「真空窓」で「基本設定」よりも負荷が大幅に減少した。このうち「2倍」では「小低外」、次いで「小低内」、「大低外」で負荷が大きく減少し、「真空窓」においては「小低内」、「小高内」で負荷が大きく減少した。また、「開口率減」では「南」以外で負荷が減少し、特に「北」で減少効果が顕著であり、中でも「小低内」と「小高内」で特に効果が大きい。「床蓄熱」では形状パターンによって負荷の増減への影響が異なり、「大低」では負荷が増加した。これらの高性能化に対して建物性能を省エネルギー基準(平成4年基準)相当に下げた「旧基準」では負荷が増加し、「小低外」で特に大きく増加した。「開口率増」ではどの方位でも負荷が増加し、特に南の開口率を増やした「小低内」、「小低外」で増加した。

また、住まい方の設定を変更した場合には、夜間に障子などを閉める「断熱戸」、滞在する人数を増やす「人数増」、落葉性の植物を窓外にしつらえることで夏期に日射遮蔽を行う「緑」で負荷が減少した。特に「断熱戸」の減少効果が大きく、中でも「小低内」、「小高内」で効果が顕著である。滞在する人数を減らす「人数減」、常に気密状態を保つ「換気減」では負荷が増加した。

また、「基本設定」に対する負荷の増減率に着目すると、平面的な大きさを「小」に固定した場合に大きく、中でも増加率は「低」で大きく、減少率は「内接あり」で大きい。

4. 設定の組合せからみた主空間モデルの形状と温熱環境の関係性

4.1 設定の組合せによる冷暖房負荷の変化

建物性能と住まい方の設定を個別に変更した3章の結果をふまえ、複数の設定の組合せによる影響を検討する。まず、開口率による熱の取得と損失の差異に着目し、「開放系」を指向し南面を全面開口にする「開」、「閉鎖系」を指向し北面の開口をなくす「閉」を設定する。次に断熱性能の基準が年代によって異なることから、省エネルギー基準(平成4年基準)相当にした「旧」、「基本設定」の「2倍」にする「倍」を設定する。さらに、窓を「真空窓」にする「W」、夜間に「断熱戸」を用いる「D」、「真空窓」と「断熱戸」にする「WD」、「床蓄熱」を行う「<床>」を設定し、その影響を検討する(図5)。形状パターンごとにこれらの設定を組合わせてそれぞれ変更し冷暖房負荷の変化を確認した(図6)。

まず、開口率に着目する。開口を小さくする「閉鎖系」では、いずれの断熱性能でも大半で「基本設定」より負荷が減少し、断熱性能を上げると効果が強まる。また、「真空窓」と夜間の「断熱戸」の組合せによる負荷削減効果が特に大きく、「床蓄熱」の効果はそれほど大きくない。一方、開口を大きくする「開放系」では設定の組合せによって負荷の増減への影響が大きく異なる。断熱材の性能によらず、大半のパターンで「開」は負荷が増加し、「開<床>WD」では負荷が減少する。このような「開放系」における負荷の増加は、日中は日射熱の影響によって室温が外気温を大幅に上回り、暖房負荷は減少しているものの、夜間の室温の大幅な減少に伴い、暖房負荷の増大を招くためと考えられる。

このことから、南の窓を大きくし日射熱の取得を増やすだけでは、夜間の熱損失が増加し総合的には負荷が増加することがわかる。それに対し、「真空窓」と夜間の「断熱戸」を組み合わせ窓からの熱損失を減らすことが、暖房負荷削減に有効である。さらに「床蓄熱」を行い日射熱を積極的に蓄えることで、多くのパターンで削減効果がみられる。例外的に断熱性能を「現」とした「大高内」で負荷が増加するが、これは蓄熱量の増加による室温の平準化に対し、空間の大きさや窓からの日射熱取得とのバランスが整合せず、暖房負荷の増加を招くためと考えられる。

4.2 主空間モデルの形状と温熱環境の関係性

これらの結果をふまえ、「開放系」と「閉鎖系」、「内接あり」か「外接のみ」という空間の形状の対照性と空間の大きさに着目し、基本設定との冷暖房負荷の差異を系統的に検討する(図7)。

まず、空間の大きさごとに断熱材の性能による差異に着目すると、「閉鎖系」では、「旧」に低下させると負荷が増加する設定の組合せがあるのに対し、「現」と「倍」では全て負荷が減少する。一方、「開放系」では、「倍」では負荷が減少する組合せが多いが、「小高」のように負荷が大きく増加する組合せもある。さらに、「内接あり」、「外接のみ」という空間の形状による断熱効果の差異に着目すると、「開放系」でも「閉鎖系」でも、「内接あり」の方が「外接のみ」より負荷が小さい。

次に、空間の大きさのみの差異に着目すると「開放系」でも「閉鎖系」のいずれでも、「小低」の負荷は「大高」に比べかなり小さく、両者の負荷の最小値は約10倍の差がある。また「小低」の負荷の変動幅は「大高」の半分ほどである。一方、ほぼ同じ気積である「大低」と「小高」を比べると、「閉鎖系」では、負荷、変動幅

ともに近似しているが、「開放系」では負荷の変動幅は「小高」の方が「大低」より大きく、倍近いものもある。そこでこれらの変動幅を「小低」を基準に把握する。「小高」へと高さのみ変化させた場合、負荷の変動幅は断熱材の性能により 1.7～2.5 倍に増加する。一方、「大低」へと面積のみ大きくすると、負荷の最小値の増加率は「小高」への変化時と同程度だが、最大値の増加率は「小高」より小さい。このように負荷は面積と高さの双方、つまり気積の大きさに従い増減する。しかし、「小高」や「大低」のように同じ気積でも面積や高さが異なる場合は、「開放系」と「閉鎖系」による差異により、負荷の大きさと変動幅は異なる性状をみせる。

また、空間の大きさと負荷が減少する設定の組合せの関係に着目すると、小低と大高では気積が大きい方が負荷削減に効果的な組合せは増える。しかし、「小高」と「大低」という気積が同じ場合は負荷の減少に効果的な組合せが異なり、それは開放系でより顕著である。そこで「開放系」における「大低」と「小高」の負荷削減に有効な組合せについて詳細に検討する。「大低」では、断熱材の性能が「現」では「開」、「旧」では「開」や「開D」の場合のみ負荷が増加する。これに対し「小高」では、「大低」より不利に働く組合せが多く、断熱材を「倍」としても「内接あり」では「開」、「外接のみ」では「開D」でも負荷が大きく増加する。しかし、これらの組合せ以外は負荷削減に有効であり、特に「開<床>WD」は「閉鎖系」を含めた全ての形状の設定で負荷削減の効果が最も大きい。

このように、気積の大きさによって負荷は増減し、「閉鎖系」の方がその変動幅は小さいが、「開放系」は単純な開放では負荷が増えるものの、設定の組合せによっては「閉鎖系」よりも負荷の削減効果が高い。また、「小高」のように高さのみ大きくする場合と「大低」のように面積のみ大きくする場合を比較すると、負荷の大きさと負荷削減に効果的な組合せは複雑に変化する。特に「開放系」と「閉鎖系」による差異に着目すると、「閉鎖系」では負荷が減少する組合せが多く、一方「開放系」では負荷の変動幅が大きく組合せによって負荷削減効果が特に大きいものがある。また、全て

の場合で、「内接あり」という空間形状による断熱効果をもつものの方が負荷が小さい。

4.3 主空間モデルと住宅作品の対応

次に主空間モデルの元とした北海道札幌市の現代住宅の主空間 96 事例について、竣工年と省エネルギー基準の改正年（平成 11 年）の関係で 2 つに区分し、有効な設定の組合せを検討する。改正前は「小高内」、改正後は「小高外」が多い。これらの形状パターンはいずれも小さい面積で吹抜けをもつものであり、主空間に隣接する室をもつ形状は改正前に多く、1 階全てを主空間が占める形状は改正後に多いことがわかる。そこで、それぞれの断熱材の性能を竣工時の基準に則し、「小高内」は「旧」、「小高外」は「現」として、それ以外の設定を変えると、いずれも閉鎖系では全ての組合せで負荷が減少するが、開放系の「<床>WD」の負荷が最も小さい（図 8）。さらに、それぞれの断熱材の性能を「倍」にすると、いずれも「閉鎖系」、「開放系」とともに負荷が減少し、負荷の減少効果は閉鎖系の方が大きい、開放系の「<床>WD」で最も負荷が小さい。

このことから、いずれの年代の主流となるモデルにおいても、小さな開口だけでなく、大きな開口も設定の組合せによっては日射熱を活かすことで負荷削減に有効であり、また、平成 11 年度仕様より倍増させることでその負荷低減効果はさらに強まることわかる。

5. 結論

本研究では、札幌市内の現代住宅作品の居間を含むひとつながりの空間を主空間モデルとして抽出し、その温熱環境を模擬的に再現し、形状と断熱仕様や住まい方の組合せによる温熱環境への影響を考察することで、札幌の現代住宅における主空間モデルの形状と温熱環境の関係性を検討した。

2 章では、札幌の現代住宅の主空間 96 事例を対象に、主空間の大きさと包まれ方を検討し、8 つの主空間の形状パターンを得た。高さ方向へ広がりをもち、壁と天井のうち、いずれかの面が内接する仕切であるパターンが多い傾向を見いだした。

3 章では、基本設定を設定し、その設定の時の年間冷暖房負荷について形状パターンごとに検討を行った。形状と冷暖房負荷の増減の関係性と暖房負荷への対策の重要性を確認した。また、基本設定から建物性能と住まい方の設定を個別に変更し、それぞれの形状パターンごとに冷暖房負荷への影響を検討した。負荷削減に有効な設定及びその効果の大きさと形状の関係性を明らかにした。

4 章では、前章までの結果をふまえ、複数の設定の組合せによる影響や、札幌の現代住宅の主空間の事例との対応を検討し、主空間モデルの温熱環境特性を考察した。気積が大きくなるほど冷暖房負荷は増加するが、負荷削減に有効な建物性能や住まい方の組合せは増える。また、気積が等しく面積や高さのみが異なる場合は、冷暖房負荷の変動幅や、負荷削減に有効な組合せが開口の大きさにより複雑に変化する。また、単に開口を大きくすると負荷は増加するが、断熱強化や床蓄熱を併せて行うことで開口を小さくするよりも負荷が減少する。つまり、開口を大きくしても負荷削減が可能である。これは、内部空間と外部空間の関係を強めるような大きな窓でも負荷削減が可能であるという、開放的な住宅の寒冷地での可能性を示唆するものである。

このように、現代日本における住宅作品の中から寒冷地を対象と

図 8 主空間モデルと住宅作品の対応

断熱材の性能 ◆ 倍 ○ 現 □ 旧

し、その主空間の形状と断熱性能や住まい方の組合せによる熱負荷への影響を検討することで、空間形状と温熱環境の関係性を考察した既往研究はみられない。また、本研究では寒冷地の住宅の室内温熱環境に着目して検討したが、現代住宅の形態的な特徴と環境的な特徴の関係性は、気候特性や立地等の周辺環境によって異なり、また環境的な特徴としても通風など本稿とは異なる視点からの考察も可能であり、今後の研究により明らかにしていく予定である。

謝辞

本研究を行うにあたり、神戸芸術工科大学環境・建築デザイン学科小玉祐一郎教授、株式会社クアトロ松元良枝氏、日本大学工学部宮岡大氏に多大な御協力を頂きました。ここに深く感謝の意を表します。

注

注 1) 参考文献 1) 及び参考文献 2) pp. 80-95 において、近年の北海道の現代住宅における工法や断熱材などの開発の変遷が述べられている。

注 2) 参考文献 1) p. 96 及び参考文献 3) において、北海道住宅公団による防寒住宅の平面的な特徴とそれらの普及が多大な影響を与えたいきさつが述べられている。

注 3) 参考文献 4)、5) に近年の北海道の現代住宅の特徴が述べられており、特に参考文献 4) p. 7 に「北海道では戦後からの防寒対策が功をなし、住宅性能には何ら問題がなくなってきた。そこで最近の若手は、これまでの流れを受け継ぎながらも、この確立された性能を基に、各々のデザイン、住まい観を徐々に追求し始めているようだ。」とある。

注 4) 本研究では床や壁、戸によって区画された、居間を中心とするひとつながりの空間を主空間とした。床や壁などによって居間とは仕切られていても、戸などで締め切ることができず区画できない隣室を含む。1 つの住宅の中に複数の居間がある場合は、いずれも対象とし、作品名の後に -1、-2 のように記号を付した。また、居間、リビング・ダイニングとして図面に記載された室を居間とした。記載がない場合は図面に配置された家具等から判断した。

注 5) 1980 年から 2012 年までの「新建築」及び「新建築住宅特集」誌に掲載された北海道札幌市内の 87 件の専用住宅のうち、分析に十分な資料が得られた 96 件を対象とした。

注 6) 建築自体と機械的空調によるトータルな室内環境性能をデザインし、計画地の気象条件に適したパッシブ住宅、省エネルギー・エコ建築の熱的性能を予測する建築熱環境デザイン・シミュレーションソフト。独立行政法人・建築研究所でつくられた「PASSWORK」をベースに株式会社クアトロが開発。<http://www.qcd.co.jp/sd/>

注 7) 各月の代表的な 3 日間（晴天、雨天、曇天）のパターンが 7 回繰り返すと仮定した 21 日間のうち、最後の 3 日分が計算に適應されている。

注 8) 参考文献 22) にあるように、室温は建物の各部位を節点とした熱回路網の平衡式を用いて求められている。

注 9) 平成 11 年（1999 年）に改正された日本の断熱化の基準。通称「次世代省エネルギー基準」と呼ばれ、本研究ではこれを基本設定に用いた。また、平成 4 年改正時の基準に相当するものを断熱性能の変更における「旧基準」とした。

参考文献

- 1) 特集 北海道の住宅に学ぶ、新建築住宅特集 1994 年 3 月号，p. 95，新建築社，1994. 3
- 2) OMソーラー協会：日本の建築デザインと環境技術，2001. 5
- 3) 片山 めぐみ，八代 克彦，村上ひとみ，菅原 正則：北海道住宅供給公社によるコンクリートブロック造住宅の平面構成に関する研究，日本建築学会大会学術講演梗概集 E-1，pp. 717-718，1998. 7
- 4) 特集 防寒と開放感と，住宅建築 2000 年 10 月号，pp. 6-9，建築資料研究社，2010. 10

- 5) 特集 日本全国地域特集，新建築住宅特集 2012 年 12 月号，p. 16，新建築社，2012. 12
- 6) 宇野 浩三，足達 富士夫，眞嶋 二郎：公室空間の構成と生活形態，北海道の戸建住宅における公室空間に関する研究 (1)，日本建築学会計画系論文報告集 第 401 号，pp. 57-63，1989. 07
- 7) 大垣 直明，谷口 尚弘：北海道における『居間中心型』プランの発展過程に関する研究 防寒技術の発展との関係を中心として，日本建築学会計画系論文集 第 590 号，pp. 131-136，2005. 04
- 8) 藤原 紀沙，松本 淳，是永 美樹，八木 幸二、アルヴェ・アールトの住宅作品における建物による囲みと設えからみた屋外住空間の性格，日本建築学会大会学術講演梗概集 E-2 建築計画 II，pp. 351-352，2010. 09
- 9) 那須 聖，村田 涼，加用 雅信，八木 幸二：内外空間の配置・配列構成に見る近代住宅の建物と敷地の関係に関する研究 南カリフォルニアにおける R. M. シンドラーと R. J. ノイトラの戸建て住宅作品の比較を通して，日本建築学会計画系論文集 第 529 号，pp. 179-185，2000. 03
- 10) 山口 潔子，布野 修司，安藤 正雄，脇田 祥尚：ヴィガン（イロコス，フィリピン）における住宅の空間構成と街区分割，日本建築学会計画系論文集 第 572 号，pp. 1-7，2003. 10
- 11) 小泉隆，鈴木信宏：建築空間における空間秩序的太陽光効果とそれらの要因，日本建築学会計画系論文集 第 516 号，pp. 153-160，1999. 2
- 12) 金野 千恵，塚本 由晴：日照からみた住宅作品におけるロジックの空間の性格，日本建築学会計画系論文集 第 644 号，pp. 2289-2296，2009. 10
- 13) 村田 涼，金子 明日美：現代日本のコートハウスにおける中庭まわりの断面構成と冬期の光環境，日本建築学会計画系論文集 第 700 号，pp. 1321-1327，2014. 6
- 14) 宮岡 大，小玉 祐一郎，武政 孝治，蓮井 睦子：外気導入モードの違いがパッシブクーリング効果に及ぼす影響，日本建築学会環境系論文集 第 618 号，pp. 37-43，2007. 08
- 15) 坂口 淳，赤林 伸一，山口 一：新潟市に建設された住宅における室内温熱環境とエネルギー消費量に関する実測調査，全電化・高気密・高断熱住宅を対象として，日本建築学会計画系論文集 第 543 号，pp. 33-39，2001. 05
- 16) 新川 亮樹，堤 純一郎，仲松 亮：亜熱帯沖縄における住宅建築および室内熱環境の変遷に関する研究，日本建築学会環境系論文集 第 618 号，pp. 109-114，2007. 08
- 17) 絵内 正道，荒谷 登：居住室の温熱環境の実態 その 1 寒さに応じた住い方と室温変動パターンについて，日本建築学会論文報告集 第 264 号，pp. 91-98，1978. 02
- 18) 絵内 正道，荒谷 登：居住室の温熱環境の実態 その 2 寒さに応じた住い方と設定室温について，日本建築学会論文報告集 第 265 号，pp. 105-113，1978. 03
- 19) 加藤 友也，山岸 明浩，山下 恭弘：長野市を中心とした一戸建住宅の室内温熱環境と居住者意識の冬季と夏季の差，日本建築学会計画系論文集 第 481 号，pp. 23-31，1996. 3
- 20) 佐藤 豊，郡 公子：栃木県における住宅の熱環境と住まい方に関する研究 冬期の暖房室・非暖房室の熱環境と意識・住まい方，日本建築学会計画系論文集 第 522 号，pp. 7-14，1999. 08
- 21) 齋藤 宏昭，服部 哲幸，松島 加奈，桑沢 保夫，石崎 竜一，澤地 孝男，瀬戸 裕直，井上 隆：温暖地の木造住宅における部分断熱改修による熱性能改善効果の検証，日本建築学会環境系論文集 第 632 号，pp. 1163-1169，2008. 10
- 22) 小玉 祐一郎，武政 孝治：設計支援を目的とするパッシブソーラーシステム性能予測技法の研究，(1) パソコンを用いたプログラムの開発と検証，日本建築学会計画系論文報告集 第 374 号，pp. 44-53，1987. 04
- 22) Reyner Banham：Architecture of the Well-tempered Environment，Chicago University Press，1969.
- 23) 建築大辞典 第 2 版，彰国社，1993. 6

THE RELATIONSHIP BETWEEN FORM AND THERMAL ENVIRONMENT ON MAIN ROOM MODELS OF CONTEMPORARY HOUSES IN HOKKAIDO

Kisa FUJIWARA^{}, Ryo MURATA^{**}, Kazuhiro YUASA^{***}
and Koichi YASUDA^{****}*

^{*} Graduate Student, Tokyo Institute of Technology, M. Eng.

^{**} Assoc. Prof., Dept. of Architecture, Tokyo Institute of Technology, Dr. Eng.

^{***} Assoc. Prof., Dept. of Architecture, Tokyo Institute of Technology, Dr. Eng.

^{****} Prof., Dept. of Architecture, Tokyo Institute of Technology, Ph. D.

Introduction: There is a lot of originality to achieve comfortable thermal environment in each region. This study focused on how houses should be designed to acclimate themselves in Hokkaido, a cold climate in Japan. What we are concerned with here is the indoor thermal environment that would be affected by spatial dimension, composition of rooms, insulation performance, and the residents' living style. This study aimed to clarify the relationship between the room form and indoor thermal environment by examining how the form and other factors affect the thermal environment on models of main rooms such as living rooms and dining rooms, in contemporary houses of cold climate areas.

Methods: First, we extracted eight shape models from ninety-six main rooms of the contemporary houses in Hokkaido by their spatial dimension and the way of responding to the outside. Then, we calculated the air conditioning load of each shape model at the baseline setting. A PASSWORK design tool named 'Solar Designer' was used in this study to calculate. In addition, changing building performance and living style from baseline respectively, influence on the air conditioning load of each shape model was examined. Building performance includes increase or decrease in insulation performance, additional floor heat storage, and increase or decrease in glazing rate. Living style includes increase or decrease in the number of people, an additional nighttime shutter, and additional summer green walls. Insulation performance is subject to the present insulation standard "Next Generation Energy-saving Standard" which was revised in 1999. Second, based on the results, we set forty-eight alternate combinations of building performance and living style, and the air conditioning load in these combinations of eight models was examined.

Results:

- 1) In ninety-six main rooms of the contemporary houses in Hokkaido from 1980, there is a tendency to open toward the perpendicular direction. When we focus on the combination of walls and ceilings in terms of exterior or interior, walls and ceilings that are both exterior were the most numerous, and in the type of whose walls and ceilings are interior partition, two sides of the five sides were often interior. On the basis of such tendency of the dimension and the room envelope composition, main rooms are classified into eight shape models.
- 2) Small dimension has small energy consumption. The improvement of heat insulation performance, decrease in glazing rate without the south façade, and nighttime shutter restrain energy consumption.
- 3) The forty-eight different alternate combinations of the setting lead to different inference. The load increases as the air volume becomes larger; however, the number of effective combinations for load reduction increases. When either the area or the height is different despite the same air volume, the range of the load and the effective combinations change complicatedly according to the glazing rate.
- 4) In only increasing the glazing rate, the load increases; however, increasing glazing rate with insulation performance and additional floor heat storage is more effective for load reduction than decreasing glazing rate. In summary, it is possible to reduce load even if glazing rate is increased.

Conclusions: The present study has demonstrated the relationship between the room form and indoor thermal environment on main room models of contemporary houses in Hokkaido. The present result suggested the possibility to make an intimate relationship between indoor and outdoor spaces by using large windows in houses of cold climate areas.

(2014年5月10日原稿受理, 2014年10月20日採用決定)