

現代住宅のパッシブ設計手法とその選定要因に関する事例調査研究

A STUDY ON PASSIVE DESIGN TECHNIQUES AND THE SELECTION FACTORS OF MODERN HOUSES

鈴木聖明*

Masaaki SUZUKI

In late years, the passive design technique using natural energy in design of a house is increasing. Therefore we selected examples from architectural magazines and then understood the qualitative characteristic and the selection factors of passive techniques.

At first we classified passive techniques used in the examples systematically. And then we grasped the effects that we can expect in every technique. Next, we clarified the relation between the passive technique and scale, structure and space layout. Finally, we drew figures of every technique and considered mutual relations when we used plural techniques.

Keywords : *House, Environmental architecture, Passive design, Design technique*

住宅, 環境建築, パッシブ・デザイン, 設計手法

1. はじめに

1.1 研究の背景と位置付け

わが国では、地球環境の問題に対して1990年に「地球温暖化防止計画」を決定し、1997年での「国連気候変動枠組み条約（京都議定書）」の採択によって環境問題が広く認識されることとなった。建築分野では、1992年の国土交通省による環境共生住宅建設推進事業の創設、1999年の建築環境・省エネルギー機構による環境共生住宅認定制度などが始められ、建築雑誌等にも環境共生、省エネルギー、サステナブルデザイン、近年では自然エネルギーを利用する「パッシブシステム」の設計手法（以下パッシブ手法）を使用する建築作品が多く取り上げられるようになった。このように、自然エネルギー利用への社会的関心の高まりのなか、パッシブ手法の定性的な特質を明らかにすることは急務である。

数多いパッシブ手法とその代表的事例は「自然エネルギー利用のパッシブ建築設計手法事典¹⁾」、太陽熱利用の事例と特性に関しては「ソーラー建築設計ガイド²⁾」「ソーラーアーキテクチャ・デザインブック³⁾」に詳しい。また、パッシブ住宅の事例調査の既存研究として、峯野⁴⁾は建築雑誌等からパッシブ・ローエネルギー手法を用いた住宅のデータベースを作成し、建設年、地域性などの観点から手法使用の傾向を提示している。また、塩野⁵⁾は昭和戦前期に発展した気候設計理論による住宅デザインを調査している。武政⁶⁾は地域毎の気候パターンから地域特性を反映したパッシブソ

ーラーシステムの性能予測を行なっている。それらに対して本研究では、事例調査から現代住宅で使用されるパッシブ手法の定性的な特性とその選定要因を把握するものである。

1.2 研究の内容及と目的

近年の建築雑誌から建築家によるパッシブ手法を使用する住宅作品を選定し、各手法の期待される効果と使用状況を把握する。そこから、①個々のパッシブ手法を系統的に分類・資料化し、パッシブ手法個々の定性的特性を整理する。また、使用されるパッシブ手法と効果や事例の規模、主体構造など手法の選定要因となりえる建築要素との関連について考察する。さらに事例中で手法の複数使用がみられたことから、②各手法の関連から手法組合せのタイプを明らかにし、事例をタイプで分類し、組合せタイプと上記の選定要因の関連について考察する。以上を研究目的とし、本研究が今後あり得るだろう新たなパッシブ設計建築の一助となることを期待する。

なお、本研究では「パッシブシステム」を「建築的手法により、外部環境と適応しながら自然エネルギーを利用・制御し室内環境をつくること」と定義し、一方「アクティブシステム」を「自然エネルギーを冷暖房設備の駆動エネルギーに変換し、外部環境と遮断して室内環境をつくること」と定義する。よって、手法のパッシブ、アクティブの選別基準は設備機器の有無ではなく、自然原理の応用による建築的手法の補助としての設備機器の併用もパッシブ手法の一形態とし、設備機器の併用は手法の要素として考察する。

* 近畿大学システム工学研究科 博士前期課程

Graduate Student, Dept. of Arch., Faculty of Engineering, Kinki University

2. 研究調査概要

2.1 調査対象の選定

1998～2007年の「新建築 住宅特集」に掲載された住宅作品の中から、パッシブ手法を使用している事例を選定する。選定に際しては、自然エネルギーを利用・制御し快適な室内環境を形成する建築的手法・工夫の使用が解説文^{注1)}や図表上で設計の主旨として明確に現れていることを基準としている。

その結果、1,679作品中187作品が事例として選定された(表1)。

表1 各年のパッシブ手法使用事例数

年	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	計
事例数	11/199	7/187	15/149	6/157	15/160	22/176	29/176	33/181	28/171	21/123	187/1679

2.2 データシート

選出した事例ごとにデータシートを作成する(図1)。データシートには事例の詳細や設計概要、手法組合せタイプの分類、平面図、断面図、使用される手法を記載する。また、手法ごとに利用・制御される自然要素、効果、配置・部位、設備機器の併用の有無、特記事項(前述要素の事例中名称)を記載する。効果の判断は設計者の文章、図表上で期待されているもののみを抽出する。

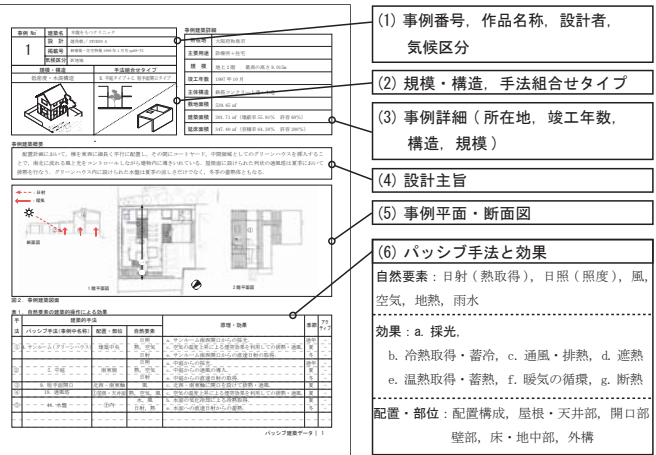


図1 データシート

3. パッシブ手法と効果

作成したデータシートから、部位別に使用のみられたパッシブ手法とその期待される効果のマトリクスを作成した(表2)。マトリクス上で手法を図表化し、期待される効果毎の事例数を記載し、各手法の定性的特性を把握した。また、部位別の効果の事例数から、部位毎の手法の期待される効果、季節の傾向を把握した(図2)。

手法は使用される部位毎に平面・断面構成、屋根・天井部、開口部、壁部、床・地中部、外構、その他の7つに分類・整理した。また、効果は採光(通年)、冷熱取得・蓄冷、通気・排熱、遮熱(夏季)、温熱取得・蓄熱、暖気の循環、断熱(冬季)の7つに分けた。

事例から、パッシブ手法は45個みつかった^{注2)}。事例中の効果別手法の使用延べ数は採光238例、夏季の効果605例、冬季の効果537例みられる。夏季の効果では通気・排熱369例が効果別で最多であり、冷熱取得・蓄冷が最少の65例であった。冬季の効果は温熱取得・蓄熱が280例と多く、次いで暖気の循環、断熱の順となった。

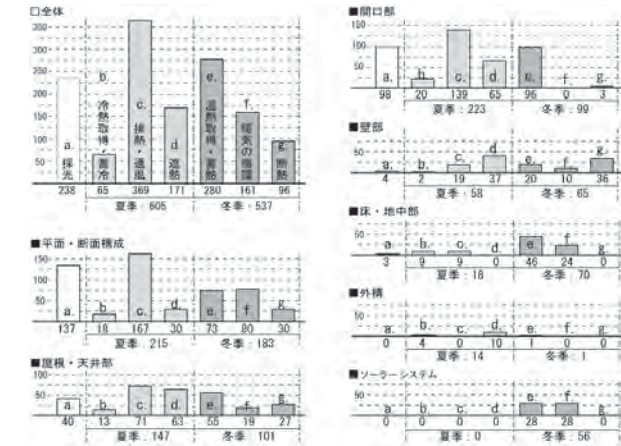


図2 期待される効果の事例数

3.1 平面・断面構成のパッシブ手法の効果

平面・断面構成のパッシブ手法は9個、使用事例は195例みられる。効果別では排熱・通風167例(夏季)、次いで採光137例、暖気の循環161例(冬季)の順に多い。平面・断面構成の手法は、概ね建築内に気積を設け、光や空気の経路とするものとなっている。

手法毎にみると、「吹抜け」61例が手法全体で最も多く、次いで「中庭」が39例みられる。「スキップフロア」は、「吹抜け」と効果・原理が同様である。「パufferゾーン」「サンルーム」は外部と面する気室を設けるもので、前者は日射遮蔽と気積による遮熱と断熱、後者は気室への日射取得が図られている。「高床」は通風による躯体冷却のほか、湿気除去を図る事例もみられる。「地下・半地下」は地盤による遮熱と断熱を基本とし、地下部への蓄熱と地冷熱利用の2型がみられる。「長手面開口」は建築長辺面から採光と通風を図るものであり、「短手面開口」は短辺面から室全体に通風するものである。

設備機器の併用は、「吹抜け」で排熱と暖気循環のための換気扇、地下から暖気を吹出すためのファンコイルなどがみられる。

3.2 屋根・天井部のパッシブ手法の効果

屋根・天井部のパッシブ手法は13個、使用事例は139例みられるが、半数は開口部と重複する「庇」「トップライト」計70例が占める。効果別では、排熱・通風が最も多く、次いで遮熱、温熱取得・蓄熱となる。これは、屋根部は部位中で日射取得量が最大であるためと思われる。採光の効果は「トップライト」のみにみられる。

手法毎にみると、「屋根内空気層」12例では空気層での通風や遮熱、断熱、日射からの蓄熱など、事例毎に期待される効果が異なっている。「屋根部蓄熱体」は屋上部位に日射から蓄熱するものであり、「二重屋根」「屋根敷材」は屋上部位で日射遮蔽、部材間の空隙で通風を図るものである。「集熱チャンバー」は設備的な手法であり、設備併用が必要となる。「屋根散水」「ルーフポンド」「屋根面緑化」に冷熱取得の効果がみられるが、「屋根面緑化」の他は計3例と少ない。「通風塔」は、煙突効果で排気を図るものである。「小屋裏気室」は原理・効果が「屋根内空気層」と同様であり、天井裏空間や居室が空気層に代わる。「傾斜天井」は天井の形態で気流を制御するものである。開口部と重複する「庇」「トップライト」は次節で考察する。

屋根部は部位別で設備機器の併用が最も多く、手法位置が建物上部であるため、熱や空気の下階への移動に際してファンコイルなどの設備機器の補助が必要となるためと思われる。

3.3 開口部のパッシブ手法の効果

開口部のパッシブ手法は11個、使用事例は194例みられる。効果別では排熱・通風139例、採光98例、温熱取得・蓄熱96例の順に多く、季節別効果では夏季223例に対し冬季99例と手法数に差異がみられる。これは、通常の開口からも日射は期待できるため、建築的工夫としては通風や日射遮蔽が図られるためと考えられる。

「庇」には、片持ち構造や壁の傾斜により日射遮蔽の効果を狙う事例も含んでいる。「トップライト」「ハイサイドライト」「南面大開口」は採光、排熱・通風、温熱取得の効果を持ち、「トップライト」では夜間冷気の導入を図る事例も1例みられる。他の冷熱取得の効果としては「風道」の地冷熱導入や水面での涼風を取り込む「水面への開口」がみられる。遮熱の効果をもつ「ルーバー」23例に対し、遮熱・断熱の効果を併せもつ「スクリーン」「断熱フィルム」の事例数は計7例に留まり、これは、開口部での断熱はペアガラスなどによる部材性能に求められることが一般的であるためと思われる。「ルーバー」では、可動や部材角度により冬季の日射取得を図る事例もみられる。壁部と重複する「格子戸・格子壁」は次節で考察する。

3.4 壁部のパッシブ手法の効果

壁部のパッシブ手法は6個、使用事例は55例、効果別では遮熱37例、断熱36例、排熱・通風19例の順に多くみられる。一般に外壁には断熱性能が要求されるが、本研究では壁への日射遮蔽も遮熱の効果に含んでおり、断熱と遮熱の手法使用数が同程度となった。

手法毎にみると、「格子戸・格子壁」は建具として建築に付設されるものと構造壁も兼ねるものの2型がみられ、壁部で唯一採光の効果を併せもっている。「壁内空気層」20例は、空気層による遮熱と断熱、空気の循環を基本とし、その内3例が日射からの集熱を図っている。「壁部蓄熱体」15例では、壁の熱容量による蓄熱や遮熱、断熱を図っており、その内3例では夜間冷気の蓄冷がみられる。「ダブルスキン」は「壁内空気層」に類似し、上下階をより大きな気積でつなげるため空気の循環の効果を主眼とした事例が目立つ。西日や直達日射を遮蔽する「西面壁」は、独立壁や袖壁、開口のない外壁面も含んでいる。「壁面緑化」は、夏季は蔓性植物による日射遮蔽、冬季は植物が枯れることで壁面への日射取得が見込まれている。

設備機器は、「壁内空気層」でファンコイルの使用がみられる。

表2 パッシブ手法と効果

手法効果	通年		夏季		冬季		設備機器の併用	事例数
	a.採光 →光・日照	b.冷熱取得・蓄熱 →冷気 →暖気	c.排熱・通風 →風 →空気の流れ	d.遮熱 →熱・日射	e.温熱取得・蓄熱 →暖気 →熱・日射	f.暖気の循環 →暖気 →空気の流れ		
建築的手法	1 吹抜け	事例数30		事例数59		事例数59	換気扇	61
	2 スキップフロア	事例数12		事例数12		事例数12		12
	3 バッファゾーン			事例数10	事例数9	事例数8	事例数9	20
	4 サンルーム	事例数1		事例数11		事例数11		11
	5 中庭	事例数39		事例数37		事例数37		39
	6 高床		事例数8	事例数8				8
	7 地下・半地下		事例数10		事例数11	事例数11	ファンコイル	13
	8 長手面開口	事例数15		事例数14		事例数14		15
	9 短手面開口			事例数16				16
平面・断面構成	10 屋根内空気層		事例数8	事例数7	事例数4	事例数8	ファンコイル	12
	11 屋根部蓄熱体	事例数1		事例数1	事例数2		ポンプ・貯水槽	2
	12 二重屋根		事例数6	事例数6				6
	13 屋根敷材			事例数2		事例数2		2
	14 集熱チャンバー				事例数5		ファンコイル	5
	15 屋根散水	事例数2		事例数2			ポンプ・貯水槽	2
	16 ルーフポンド	事例数1		事例数1				1
	17 屋根面緑化	事例数8		事例数8				8
	18 通風塔		事例数7					7
	19 小屋裏気室		事例数5	事例数6	事例数4	事例数6	事例数7	11
屋根・天井部	20 傾斜天井		事例数13		事例数7			13
	21 庇			事例数30				30
	22 トップライト	事例数20	事例数1	事例数32		事例数38	換気扇	40
開口部	23 ハイサイドライト	事例数30						30
	24 南面大開口	事例数21						21
	25 スリット	事例数3						3
	26 ルーバー		事例数20	事例数23	事例数7			23
	27 スクリーン		事例数7				事例数2	7
	28 断熱フィルム			事例数1			事例数1	1
	29 風道	事例数3	事例数19					19
	30 水面への開口	事例数16	事例数16					16
	31 格子戸・格子壁	事例数4	事例数4	事例数4				4
	32 壁内空気層		事例数1	事例数16	事例数2	事例数6	事例数20	ファンコイル
壁部	33 壁部蓄熱体	事例数2		事例数6	事例数17		事例数12	20
	34 ダブルスキン	事例数4	事例数4	事例数1	事例数4	事例数4		4
	35 西面壁			事例数5				5
	36 壁面緑化			事例数2				2
	37 床内空気層		事例数2	事例数1	事例数10		ファンコイル	11
	38 床部蓄熱体	事例数6			事例数38		小蓄熱体埋設 電気式床暖房	38
	39 床下気室	事例数4		事例数5	事例数11			12
	40 デッキ・ファインフロア	事例数3		事例数3		事例数3		3
	41 エアータンク	事例数2			事例数1		ファンコイル	2
	42 ウォータータンク	事例数1			事例数1		ポンプ・貯水槽	1
床・地中部	43 植栽			事例数10				10
	44 水盤	事例数4			事例数1			4
	45 ソーラーシステム				事例数28	事例数28	ファンコイル	28

3.5 床・地中部のパッシブ手法の効果

床・地中部のパッシブ手法は6個、使用事例は67例みられる。効果別では温熱取得・蓄熱46例が最も多く、遮熱と断熱の効果はみられない。地盤の熱容量による遮熱と断熱を図っている事例については平面・断面構成の「地下・半地下」で言及している。また、採光の効果は「デッキ・ファインフロア^{注3)}」のみにみられる。

手法毎にみると、「床部蓄熱体」38例が最も多く、蓄熱体となる部位もRC躯体、基礎、仕上げ材など多様にみられる。「床内空気層」「床下気室」は空気層での排熱・通風と暖気の循環を図っており、日射や暖房器具からの蓄熱を図る事例もみられる。「エアチューブ^{注4)}」「ウォーターチューブ^{注5)}」は空気、水を媒体にして地熱や地冷を建築に導入するもので、事例数は計3例に留まる。

設備機器の併用は屋根・天井部に次いで多く、暖気吹出しのためのファンコイル、暖房器からの暖気の蓄熱などがみられる。特に「床部蓄熱体」に床暖房を組み込むものが多く、床暖房から蓄熱体へ蓄熱、水蓄熱式床暖房への日射取得などの相乗効果が図られている。

3.6 外構・その他のパッシブ手法の効果

外構の手法としては、「植栽」での夏季の日射遮蔽、「水盤」からの冷熱取得、その内1例では「水盤」への日射の蓄熱がみられる。

その他としては「ソーラーシステム^{注6)}」を独立項目としている。

4. パッシブ手法と規模・構造

データシートからパッシブ手法の使用割合と事例の延床面積、容積率、主体構造別のマトリクスを作成し(表3)、関連を考察した。

4.1 パッシブ手法と事例延床面積・容積率

「吹抜け」は延床面積Ⅱ区分を中心に全区分でみられ、容積率では低密度に偏る。同様の効果をもつ「スキップフロア」は中～高密度で使用割合が高く、建築の密度により手法が選択されているものと思われる。「中庭」はⅣ区分で使用割合が高く、面積の小さな区分へ移るにしたがい使用割合が低くなる。また、中～高密度で使用割合が高く、比較的に高層高密度な事例での採光・通風に使用されるためと思われる。「長手面開口」はⅣ区分に、「短手面開口」はⅡ、Ⅲ区分で使用割合が高いが、後者は、容積率では低密度に偏る。

「小屋裏気室」「傾斜天井がⅣ区分で使用割合が高く、水平方向の空気移動に屋根・天井部が有効と考えられる。「庇」がⅠ、Ⅱ区分、中～高密度での使用割合が高いことから狭小の事例で有効と考えられる。一方、同様に日射遮蔽の「ルーバー」はⅣ区分・高密度の事例で多い。「トップライト」は各区分で同程度の使用割合である。「南面大開口」はⅠ区分で使用割合が高く、狭小の事例で南面からの最大限の日射取得が図られているものと思われる。「水面への開口」はⅢ、Ⅳ区分に偏り、大規模な事例での使用が多い。「壁内空気層」がⅠ、Ⅱ区分、「壁部蓄熱体」がⅢ区分の前後で使用する割合が高く、前者では壁面が長大になると壁内の空気層では空気の移動が難しくなり、後者では蓄熱体となる室内側壁面への日射取得のために大開口が必要となり狭小な建物では十分な効果が望めないためと思われる。「床部蓄熱体」はⅠ～Ⅲ区分で使用割合が分布しており、壁面に比べて床面は日射取得が容易であることが理由として考えられる。

「ソーラーシステム」は、手法の設備的な性質から住宅規模の影響を受けにくいと、事例規模との間に関連性はみられない。

総じて、事例の手法使用と延床面積・容積率との比較では、特に平面・断面構成の手法と事例規模の関連が顕著にみられた。

4.2 パッシブ手法と主体構造

「吹抜け」は各構造で使用割合が高い。「中庭」は(S)RC構造での使用割合が顕著であり、大規模な事例での使用が多いと思われる。「地下・半地下」は木混構造と(S)RC造での使用割合が高く、地階、1階のRC部を用いて日射からの蓄熱や地冷熱利用を図る事例がみられる。「短手面開口」「長手面開口」は(S)RC造・鉄骨造で高い使用割合であり、大規模、又は高層事例での使用のためと思われる。

「屋根面緑化」は(S)RC造で割合が高く、土の重量に耐える構造での手法選択と思われる。「トップライト」「ハイサイドライト」は木造、鉄骨造で割合が高く、ラーメン構造では部材間で開口を設けることが容易であるためと考えられる。同様に、「庇」は木造系と、特に鉄骨造で割合が高く、建築形態により日射遮蔽を図る事例がみられる。「水面への開口」は(S)RC造、鉄骨造など大スパン可能な構造での使用割合が高い。「ルーバー」は、(S)RC造では躯体への日射遮蔽を目的としている事例が多く、他の構造に比べて使用割合も高い。(S)RC造、鉄骨造では「屋根内空気層」「壁内空気層」「床内空気層」「小屋裏気室」「床下気室」があまりみられず、これは、木造が構法として部位内に空隙をもち、それを転用してパッシブ手法とすることが容易であるためと考えられる。また、木造では「床

表3 パッシブ手法と延床面積・容積率・主体構造別の使用割合

*平成15年住宅・土地統計調査

事例建築要素	延床面積				容積率		主体構造				
	I	II	III	IV	低密度	中～高密度	i	ii	iii	iv	v
	100㎡未満	100以上150未満	150以上200未満	200㎡以上	100%未満	100%以上	木造	木造混構造	SRC・RC造	鉄骨造	アルミ・ウレム造
全国割合	61%	23%	10%	6%	87%	13%	61%	32%	6%	1%	
事例内割合(計187例中)	16%	34%	24%	26%	73%	27%	41%	24%	23%	11%	1%
事例数	30	64	45	48	137	50	77	46	42	20	2
平面・断面構成	1 吹抜け	37% ₁₁	44% ₂₈	24% ₁₁	23% ₁₁	38% ₅₁	20% ₁₀	39% ₃₀	27% ₁₂	28% ₁₂	35% ₇
	2 スキップフロア	7% ₂	6% ₄	9% ₄	4% ₂	5% ₄	12% ₆	5% ₄	9% ₄	5% ₂	10% ₂
	3 バッファゾーン	10% ₃	9% ₆	16% ₇	8% ₄	8% ₁₂	16% ₈	13% ₁₀	7% ₃	12% ₅	10% ₂
	4 サンルーム	7% ₂	3% ₂	4% ₂	10% ₅	9% ₉	4% ₂	1% ₁	7% ₃	9% ₄	15% ₃
	5 中庭	10% ₃	14% ₉	24% ₁₁	33% ₁₆	9% ₂₇	24% ₁₂	13% ₁₀	18% ₈	40% ₁₇	15% ₃
	6 高床		6% ₄	7% ₃	2% ₁	6% ₁₀	2% ₁	3% ₂	7% ₃	5% ₂	5% ₁
	7 地下・半地下	7% ₂	6% ₄	4% ₂	10% ₅	5% ₇	12% ₆	3% ₂	13% ₆	9% ₄	5% ₁
	8 長手面開口		8% ₅	4% ₂	17% ₈	9% ₁₀	8% ₄	6% ₅	4% ₂	14% ₆	10% ₂
	9 短手面開口		13% ₈	11% ₅	6% ₃	14% ₁₂	8% ₄	3% ₂	7% ₃	19% ₈	15% ₃
	10 屋根内空気層	7% ₂	9% ₆	2% ₁	6% ₃	8% ₁₁	2% ₁	8% ₆	11% ₅		50% ₁
	11 屋根部蓄熱体		2% ₁	2% ₁			2% ₁	1% ₁			50% ₁
	12 二重屋根	3% ₁	3% ₂		6% ₃	3% ₄	4% ₂		2% ₁	7% ₃	10% ₂
	13 屋根敷材	3% ₁			2% ₁	2% ₂			2% ₁		5% ₁
	14 集熱チャンパー	7% ₂	3% ₂		2% ₁		4% ₂	1% ₁	7% ₃		5% ₁
	15 屋根散水	3% ₁			2% ₁	2% ₁			2% ₁	2% ₁	
	16 ルーフpond		2% ₁			2% ₁				2% ₁	
	17 屋根面緑化		5% ₃	7% ₃	4% ₂	6% ₅	6% ₃	1% ₁	4% ₂	9% ₄	5% ₁
	18 通風塔		5% ₃	4% ₂	4% ₂	5% ₆	2% ₁	4% ₃	4% ₂	5% ₂	
	19 小屋裏気室	7% ₂	3% ₂	4% ₂	10% ₅	5% ₉	4% ₂	9% ₇	7% ₃	2% ₁	
	20 傾斜天井		8% ₅	4% ₂	13% ₆	11% ₁₁	4% ₂	9% ₇	7% ₃	7% ₃	
開口部	21 庇	27% ₈	22% ₁₄	9% ₄	8% ₄	14% ₃₁	18% ₉	17% ₁₃	16% ₇	9% ₄	30% ₆
	22 トップライト	20% ₆	23% ₁₅	18% ₈	23% ₁₁	26% ₂₇	26% ₁₃	27% ₁₂	13% ₆	13% ₆	25% ₅
	23 ハイサイドライト	10% ₃	22% ₁₄	18% ₈	10% ₅	17% ₂₃	14% ₇	18% ₁₁	16% ₇	12% ₄	20% ₄
	24 南面大開口	23% ₇	13% ₈	9% ₄	4% ₂	11% ₁₇	8% ₄	14% ₁₁	12% ₆	5% ₂	10% ₂
	25 スリット	3% ₁	3% ₂			2% ₂	2% ₁	3% ₂			5% ₁
	26 ルーバー	10% ₃	9% ₆	11% ₅	19% ₉	6% ₁₂	16% ₈	8% ₆	9% ₄	21% ₃	20% ₄
	27 スクリーン	10% ₃	3% ₂		4% ₂	6% ₅	4% ₂	6% ₅		5% ₃	
	28 断熱フィルム		2% ₁				2% ₁			2% ₁	
	29 風道	13% ₄	6% ₄	13% ₆	10% ₅	8% ₁₁	16% ₈	13% ₁₀	9% ₄	7% ₃	10% ₂
	30 水面への開口	3% ₁	8% ₅	11% ₅	10% ₅	11% ₁₂	8% ₄	6% ₅	4% ₂	12% ₄	20% ₄
	31 格子戸・格子壁	3% ₁	3% ₂		2% ₁	2% ₂	4% ₂	4% ₃		2% ₁	
壁部	32 壁内空気層	13% ₄	16% ₁₀	7% ₃	6% ₃	6% ₁₃	14% ₇	13% ₁₀	18% ₈	2% ₁	50% ₁
	33 壁部蓄熱体	3% ₁	11% ₇	13% ₆	13% ₆	8% ₁₇	6% ₃	6% ₅	20% ₉	12% ₅	5% ₁
	34 ダブルスキン		2% ₁		6% ₃	2% ₂	4% ₂			9% ₂	
	35 西面壁	3% ₁	2% ₁	4% ₂	2% ₁		4% ₂	1% ₁	3% ₂	5% ₁	5% ₁
	36 壁面緑化		3% ₂						1% ₁	2% ₁	
	37 床内空気層	7% ₂	5% ₃	4% ₂	8% ₄	6% ₇	8% ₄	8% ₆	9% ₄	2% ₁	
床・地中部	38 床部蓄熱体	23% ₇	22% ₁₄	24% ₁₁	13% ₆	22% ₃₁	14% ₇	26% ₂₀	16% ₇	14% ₃	15% ₃
	39 床下気室	7% ₂	11% ₇	2% ₁	4% ₂	5% ₉	2% ₁	6% ₅	11% ₅	5% ₂	
	40 デッキ・ファインフロア		3% ₂	2% ₁		2% ₂	2% ₁	4% ₃			
	41 エアチューブ				4% ₂		2% ₁	3% ₂			
	42 ウォーターチューブ				2% ₁					2% ₁	
外構	43 植栽		5% ₃	9% ₄	6% ₃	2% ₄	12% ₆	8% ₆	2% ₁	7% ₃	
	44 水盤		3% ₂		4% ₂	5% ₄		1% ₁	2% ₁	5% ₂	
	45 ソーラーシステム	20% ₆	9% ₆	18% ₈	17% ₈	14% ₂₁	14% ₇	22% ₁₇	20% ₉	5% ₁	

部蓄熱体」，木混構造では「壁部蓄熱体」の使用割合が高い．前者ではRC基礎や床面仕上げ材，後者ではRC部のように，蓄熱可能な部位を手法として選択していることがわかる．「ソーラーシステム」は小屋裏や床下空間が必要であり，木造，木混構造で多くみられる．

実験住宅としてアルミニウム造の事例が2例みられ，アルミの高い熱伝達率を利用した蓄熱式暖房を使用し，その内1例ではアルミ材内部に注水しての遮熱，断熱，冷熱取得，蓄熱が図られている．

5. 事例パッシブ手法組合せタイプ

大部分の事例で手法の組合せによる相乗効果や他の手法による手法欠点の補助が図られていた．そこで，データシートから手法効果に関連性がみられる手法の組合せを選び，模式図を作成し，事例建築を8つの手法の組合せタイプによって分類した．また，事例規模・構造と敷地特性との一覧表を作成し関連性を考察した（表4）．

表4 事例建築の組合せタイプと規模・構造・周辺環境

No.	事例作品名	建築要素			手法組合せタイプ
		事例 周辺環境	事例 主構造	事例 屋根材	
60	MIJUNILLUMの家-1	住宅地	木造	低	I A 吹抜けタイプ
61	BH	田園	木造	低	
102	安守の家	高台、水辺	木造	低	
69	遠文の家	山間、傾斜地	木造	低	
78	松島の家	住宅地	木造	低	II
35	青川の家	田園	木造	低	
75	糸市の家	田園	木造	低	
6	ハウスジャパン	田園、傾斜地	木造	低	
98	EARTH FLOOR	田園、水辺	木造	低	III
137	各務原の家	高台	木造	低	
43	HIMEL HUS	山間、傾斜地	木造	低	
3	河内長野の家	市街地	木造	低	
104	風と光の家	市街地、水辺	木造	低	IV
112	初夢の家	市街地、水辺	木造	低	
53	田舎の家-50「吉田邸」	住宅地	木造	中～高	
517	大塚と雨の家	住宅地	木造	中～高	
180	山梨の家	高台、山間	木造	低	I
169	一層の平屋	高台、住宅地	木造	低	
102	深谷下にくらす家	田園、傾斜地	木造	低	
108	佐久の家	田園、水辺	木造	低	
103	大塚町の家	高台、傾斜地	木造	低	II
47	Silver Gable	高台	木造	低	
131	NE	高台	木造	低	
119	西森布の住宅	住宅地	木造	中～高	
177	賢長邸	住宅地	木造	中～高	III
85	SHOUL	田園	木造	中～高	
71	北山崎の家	山間、傾斜地	木造	低	
92	森島住宅	市街地	(S)RC造	低	
148	1連の家	住宅地、水辺	(S)RC造	低	IV
103	建築環境の家	田園、傾斜地	(S)RC造	低	
64	新賀の家	住宅地	(S)RC造	中～高	
185	大塚の家	住宅地	(S)RC造	中～高	
89	平野の家	住宅地	(S)RC造	中～高	I
179	藤原の家	市街地	(S)RC造	中～高	
109	岡本の家	高台	(S)RC造	中～高	
127	結の家	住宅地	S造	低	
156	多摩川の住宅	住宅地、水辺	S造	低	II
110	剛	住宅地	S造	中～高	
168	Planting CAVE	住宅地	S造	中～高	
83	K部	住宅地	S造	中～高	
178	ハヤマの Beach house	住宅地	S造	中～高	III
134	HAMA in KITA	住宅地、水辺	S造	中～高	
61	下田の家	市街地	S造	中～高	
130	ミムハウス	住宅地	S造	中～高	
115	Ora	住宅地	木造	低	I B 中庭タイプ
170	土居の家	高台、住宅地	木造	低	
68	山すの家の家	高台、田園	木造	低	
176	7つの庭の家	住宅地	木造	低	
94	庭のオアシス	住宅地	木造	中～高	IV
182	rom'st	住宅地	木造	中～高	
10	3-100 HOUSE	住宅地	木造	中～高	
44	森の家の家	住宅地	(S)RC造	低	
174	Do	住宅地	(S)RC造	低	II
19	アロウスター	市街地	(S)RC造	中～高	
58	BAMBA COURT	住宅地	(S)RC造	中～高	
74	HUSA GT	住宅地	(S)RC造	中～高	
62	PAK HOUSE	市街地	S造	中～高	III
85	庭の家-83	田園	アルミ造	低	
70	BOX & BOX	住宅地	木造	低	
100	木暮の家	田園	木造	低	
91	岡山の家	田園、水辺	木造	低	I C 短手面開口タイプ
141	地域限定住居	市街地、水辺	木造	低	
147	柳島の家	高台、水辺	木造	低	
8	聖天の家	市街地	(S)RC造	中～高	
96	藤原の長屋	住宅地	(S)RC造	中～高	II
101	HIJIMA DUPLEX	市街地	(S)RC造	中～高	
39	高橋の家	田園、傾斜地	S造	低	
66	のこぎり屋根の家	田園、傾斜地	S造	低	
126	FX house	住宅地、水辺	S造	低	III
172	藤	住宅地	木造	低	
33	ハッポ山荘の住まい	田園	木造	低	
167	富士岡田の家	山間、傾斜地	木造	低	
23	なつみ-01	田園	木造	低	IV
168	山崎の家	山間、傾斜地	(S)RC造	低	
59	地味のスチーフハウス	水辺、傾斜地	(S)RC造	低	
51	Sa House	水辺、傾斜地	(S)RC造	低	
163	HORIZON HOUSE	水辺、傾斜地	(S)RC造	低	I
41	エドワード・ハウス	水辺	S造	低	
138	新沼の家	田園、水辺	S造	低	
23	Asian Gate House	水辺、傾斜地	S造	低	
83	トラサ下の宅邸	住宅地	木造	低	I E 縦断タイプ
54	彫刻の家	田園	木造	低	
34	久里浜の家	高台	木造	低	
86	庭の家-87	高台	木造	低	
82	Double Square	田園	木造	低	II
120	からほり	高台、傾斜地	木造	低	
145	現代の住宅	住宅地	木造	低	
43	高島家-49「下邸」	住宅地	木造	低	
18	光を貯める家	水辺、傾斜地	木造	低	III
171	ES house -01	田園、水辺	木造	低	
9	高島邸STUD10	山間	木造	低	
89	島の家	住宅地	木造	低	
30	庵舎	高台	(S)RC造	低	IV
77	I S	住宅地	(S)RC造	低	
107	駒沢の家	住宅地	(S)RC造	低	
142	門山荘	市街地、水辺	(S)RC造	中～高	
46	R S102	住宅地	(S)RC造	中～高	I
132	対角線の家	住宅地	(S)RC造	中～高	
45	元祖の家	住宅地	S造	低	
164	閑静な家-110「大塚邸」	住宅地	木造	低	
159	閑静な家-つづらみ050	高台、水辺	木造	低	II
60	横濱の家	高台	木造	低	
175	Stone Renaissance	住宅地	木造	低	
51	御堂平の家	田園	S造	低	
150	閑静な家	住宅地	S造	低	III
28	ミツヅツ	山間	木造	低	
62	根井沢「HOUSE」	山間	木造	低	
123	千ヶ滝山荘	山間、傾斜地	木造	低	
154	深大寺の人龍	高台、傾斜地	木造	低	IV
139	十津川の家	住宅地	木造	低	
135	亀倉の家	住宅地	木造	中～高	
143	Skin-House	住宅地	木造	中～高	
15	閑静な家	田園	木造	低	I
122	小倉井中町の家	山間、傾斜地	木造	低	
39	閑静な家（鳥居邸）	住宅地	木造	中～高	
170	閑静な家	住宅地	(S)RC造	低	
124	閑静な家	山間、傾斜地	木造	低	II
184	東京町家 あずきハウス	市街地	木造	低	
64	江戸川ソーラーキット	住宅地	木造	低	
129	東京町家 9坪の家	住宅地	木造	低	
160	東京町家 町角の家	住宅地	木造	低	III
25	閑静な家	田園、傾斜地	木造	低	
58	House of Shadows	住宅地	木造	低	
19	閑静な家	田園	木造	低	
4	閑静な家 丘の家	高台	木造	低	IV
26	光の家	住宅地	木造	低	
140	上賀茂の家	住宅地、水辺	木造	低	
36	閑静な家 鎌倉	水辺	木造	低	
24	由比ヶ浜の家	水辺	木造	低	I
84	閑静な家 鎌倉	水辺	木造	低	
16	閑静な家 鎌倉	水辺	木造	低	
17	小砂・森の家	山間、傾斜地	木造	低	
144	閑静な家 鎌倉	山間、傾斜地	木造	低	II
157	閑静な家 鎌倉	山間、傾斜地	木造	低	
158	閑静な家 鎌倉	山間、傾斜地	木造	低	
31	閑静な家 鎌倉	山間、傾斜地	木造	低	
11	閑静な家 鎌倉	山間、傾斜地	木造	低	III
187	閑静な家 鎌倉	山間、傾斜地	木造	低	
152	閑静な家 鎌倉	山間、傾斜地	木造	低	
55	ケル山荘	山間	(S)RC造	中～高	
116	閑静な家 鎌倉	山間	木造	低	IV
10	閑静な家 鎌倉	山間	木造	低	
113	閑静な家 鎌倉	山間	木造	低	
186	閑静な家 鎌倉	山間	木造	低	
139	閑静な家 鎌倉	山間	木造	低	I A+B
49	フロウハウス	住宅地	木造	中～高	
21	水戸入道の家	市街地	木造	中～高	
20	中島の家	市街地	木造	中～高	
151	ANA	住宅地、傾斜地	木造	中～高	II
101	J-house	市街地	木造	中～高	
128	CONSERVATORY	田園	S造	低	
12	閑静な家 鎌倉	田園	木造	低	
121	水戸をもちろし	水辺	木造	低	III
121	HOUSE WTK	住宅地	(S)RC造	中～高	
111	二重の家	住宅地、傾斜地	(S)RC造	中～高	
104	アタタキエ	田園、傾斜地	木造	低	
155	みちの家	田園	木造	低	IV
14	閑静な家 鎌倉	田園	木造	低	
65	閑静な家 鎌倉	田園	木造	低	
105	閑静な家 鎌倉	田園	木造	低	
40	閑静な家 鎌倉	田園	(S)RC造	低	I
114	閑静な家 鎌倉	田園	(S)RC造	低	
141	閑静な家 鎌倉	田園	(S)RC造	低	
172	閑静な家 鎌倉	田園	(S)RC造	低	
181	閑静な家 鎌倉	田園	(S)RC造	低	II
181	閑静な家 鎌倉	田園	(S)RC造	低	
143	山すの家	山間	木造	低	
161	Gray Rabbit	田園、水辺	(S)RC造	低	
99	閑静な家 鎌倉	田園	(S)RC造	低	III
125	閑静な家 鎌倉	田園	(S)RC造	低	
2	閑静な家 鎌倉	田園	(S)RC造	低	
87	閑静な家 鎌倉	田園	(S)RC造	低	
73	LESS	田園	木造	低	IV
42	上目黒の家	住宅地	木造	中～高	
125	匠の上の家	高台	木造	中～高	
76	HOUSE KI	市街地	木造	中～高	
63	閑静な家 鎌倉	住宅地	木造	中～高	I
52	閑静な家 鎌倉	住宅地	木造	中～高	
73	閑静な家 鎌倉	市街地	(S)RC造	中～高	
165	WHITE BASE	住宅地	(S)RC造	中～高	

①「吹抜け」「スキップフロア」「通風塔」などの縦方向への気積をつくる手法を中心に、「トップライト」など開口部の手法や「傾斜屋根」との併用で日射の導入や煙突効果を利用した通気・排熱を図る事例が多くみられ、これを吹抜けタイプの手法組合せとする（図3）．吹抜けタイプでは「床部蓄熱体」との併用も多くみられ，1階床部への日射の取得と輻射暖房による大空間の暖房の効率化を図っている．事例では木造系・低密度のものと非木造系・中～高密度のもの二種で多くみられ，単独事例数は8タイプ中最多の47例である．

②「中庭」「サンルームなどの屋外・半屋外空間を設ける手法を中心に日射や通風を導入する事例を中庭タイプの手法組合せとする（図3）．「中庭」は「壁部蓄熱体」「床部蓄熱体」との併用が多く，蓄熱体への日射取得を図っているものと考えられる．また，「植栽」「水盤」は屋外に設けられるため使用事例の大部分が「中庭」との併用である．事例では延床面積が大きい住宅地のものが多く，容積率では低密度のものが多くみられることから，比較的周辺環境が高密度で敷地面積に余裕のある事例が中庭タイプに該当していると思われる．

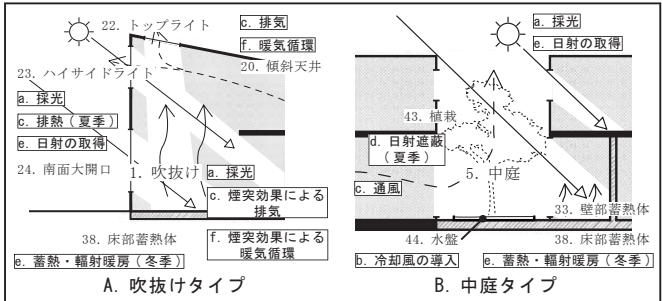


図3 吹抜けタイプ・中庭タイプの手法組合せ図

③「短手面開口」と「吹抜け」「中庭などの縦方向への気積をつくる手法との併用により建築全体の通気・排熱を図る事例を短手面開口タイプの手法組合せとする（図4）．短手面開口タイプでは他に「トップライト」「ハイサイドライト」との併用が多くみられ，採光と排気の補助を図っての併用と思われる．事例では（S）RC造・中～高密度で市街地，住宅地のものと，他の構造・低密度で田園，水辺のものに大別され，前者では町家の坪庭と同様に日射により暖まった空気の中庭などの気積からの排気・排熱が図られている．

④「長手面開口」の使用事例では，日射遮蔽の「庇」「ルーバー」や「水面への開口」との併用が多く，これを長手面開口タイプの手法組合せとする（図4）．前者は大開口面の夏季日射の制御のため，後者は水面からの冷風を最大限に取り込むことを狙っての併用と考えられる．事例では延床面積が大きい非木造の構造に多く，容積率では全事例が低密度となっている．周辺環境では大部分の事例が山間，田園，水辺，傾斜地に該当しており，郊外に位置する事例が多い．

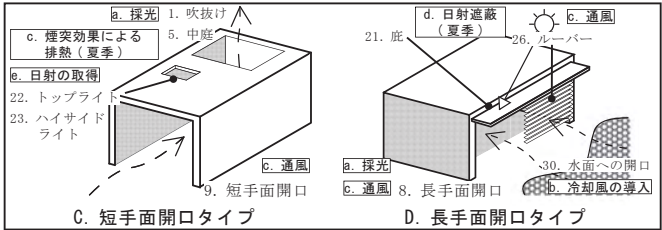


図4 短手面タイプ・長手面開口タイプの手法組合せ図

⑤「バッファゾーン」「ダブルスキン」など外周部に緩衝帯をつくる手法で、「庇」「ルーバー」「スクリーン」など日射遮蔽の手法との併用がみられる。このように、気積による遮熱・断熱や風除、日射遮蔽を図る事例を緩衝帯タイプの手法組合せとする(図5)。事例の建築要素をみると、他のタイプと比較して偏りがみられない。

⑥「壁部蓄熱体」「床部蓄熱体」は「庇」「ルーバー」などの日射遮蔽の手法との併用が多くみられ、蓄熱体への夏季の日射遮蔽が期待される。また、「トップライト」などの開口部の手法との併用により日射の取得を図る事例もみられ、これら蓄熱体の効果的な使用を図る事例を、蓄熱体タイプの手法組合せとする(図5)。事例では、蓄熱体タイプ単独よりも吹抜けタイプと重複するものが事例数で上回っている。また、木造・低密度のものと木混構造・中～高密度のもの二種が多くみられ、構造による蓄熱部位の違いがみられる。

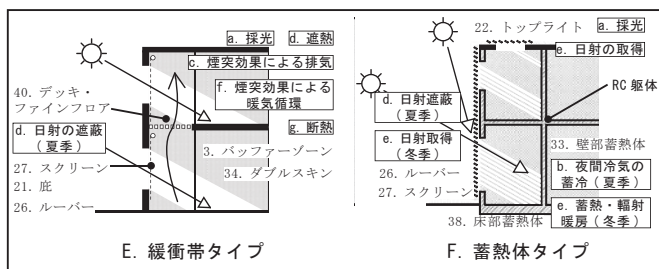


図5 緩衝帯タイプと蓄熱体タイプの手法組合せ図

⑦「屋根内気層」「集熱チャンパー」「壁内空気層」など空気層の手法の使用事例の中で、日射から空気層へ集熱した暖気を「床下気室」や蓄熱体に蓄熱し、冬季の暖房とするものがみられる。これら空気層を用いて日射からの温熱取得を図る事例を、空気層タイプの手法組合せとする(図6)。事例では、木造系の構造であるものが大部分である。また、別荘の事例が多く、周辺環境では山間が目立つ。

⑧「ソーラーシステム」の使用事例では、温熱取得と暖気循環の補助のため平面・断面構成、開口部の手法との併用がみられる。一方、単独使用も多く、これら「ソーラーシステム」を冬季暖房の中心とするものをソーラーシステムタイプの手法組合せとする(図6)。事例では、空気層タイプと同様に、木造系・山間が多くみられ、別荘地での暖房に太陽熱利用が簡便であるためと考えられる。

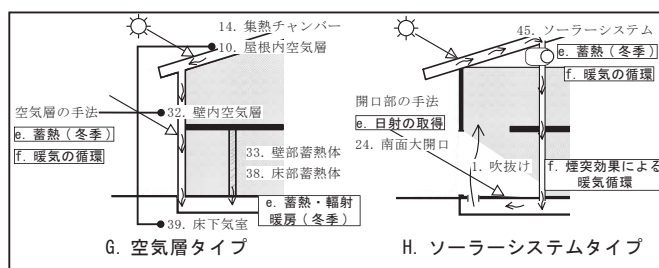


図6 空気層タイプとソーラーシステムタイプの手法組合せ図

6. おわりに

近年、使用が増加する自然エネルギー利用のパッシブ手法において、建築雑誌から手法使用事例を選定し、使用される手法の定性的特性と選定要因を整理した。また、手法の複数使用から、事例を手法組合せにより分類できることを明らかにし、事例傾向を把握した。

本研究で得られた知見を以下にまとめる。

①パッシブ手法を使用部位と効果毎に分類し、使用数と事例規模・構造とを比較し、手法個々の特性と選定要因を確認した。その結果、事例中では同一のパッシブ手法でも事例毎に期待される効果が異なり、必ずしも手法の持つ全効果は得られないことが分かった。また、単一の手法で夏季と冬季の効果を得るものは希少であり、他の手法や設備機器との組合せが必要となっている。事例規模をみると、特に平面・断面構成の手法とに関連性が顕著であった。主体構造では、同様に平面・断面構成の手法と関連が認められたが、これは構造もまた建築規模から選択されることが多いためと思われる。また、部位の手法では工法・材料特性による事例の主体構造と関連がみられ、事例規模・構造ともにパッシブ手法の選定要因であるといえる。

②各パッシブ手法の事例中での複数使用数を集計し、手法の相互関係から事例を8つの手法組合せタイプに分類し、事例建築要素と関連性を考察した。A～Dタイプは室構成によって採光・通風するものであり、E～Hタイプは建築部位に日射から温熱取得するものであり、Fタイプは両者の中間的特性を持つ。ここから、手法使用事例は室の配置構成による光・熱・空気の導入・制御を主眼とするものと部位への冬季の日射蓄熱暖房を図るものの二系統に大別された。建築要素と比較すると、各タイプの基幹となる手法単体と同様の使用傾向であり、その他に事例周辺環境との関連もみられた。実際の設計の場では規模・構造は前提条件であり、そこから求められる効果や各手法の相互関係から手法が選定されると思われる。

課題としては、本研究の対象は建築家による住宅作品に限定しており、一般住宅でのパッシブ手法の傾向には差異が存在すると思われる。今後より広範囲での事例の収集により、一般論としてパッシブ手法の効果、定性的特性を明確にできると考える。また、設計支援資料としては各手法の使用条件毎の量的効果を示す必要がある。

注

- 注1) 例:「…自然の力で水平方向だけでなく、垂直方向に排熱するための仕掛けがある。それは屋根面に設けられる列状の通風塔のことである。」
新建築 住宅特集, 新建築社, pp. 72, 1998. 1
- 注2) 材性能, 断熱材による高気密・高断熱化は近年の一般的な住宅全般にみられるため、事例中でも前提としており、手法に抽出していない。
- 注3) ファインフロアとは格子形状の鋼製床材である。
- 注4) エアーチューブとは地下に中空チューブや空気タンクを埋設し、床下と空気循環させることで室内環境の形成に地熱・地冷を利用する手法である。
- 注5) ウォーターチューブとは、エアーチューブでの空気に換わり、水を用いて熱の媒介とする手法である。
- 注6) ソーラーシステムとは太陽熱を集熱して暖房を行なう手法であり、本研究では一般にいうパッシブ・ソーラーを指し、OMソーラーもここに含める。太陽電池による発電、給湯などを行なうアクティブ・ソーラーと区別し、事例中で室内環境の形成のための太陽熱利用が確認された事例のみを抽出した。

参考文献

- 1) 彰国社編, 他: 自然エネルギー利用のためのパッシブ建築設計手法事典 新訂版, 彰国社, 2000. 7
- 2) 日本建築学会編: ソーラー建築設計ガイドブック, 彰国社, 2001. 9
- 3) 日本建築学会編: ソーラーアーキテクチャー・デザインブック, 彰国社, 2007. 2
- 4) 峯野秀行, 他3名: パッシブ・ローエネルギー住宅のデータベースと傾向に関する研究, 日本建築学会大会学術講演梗概集, No41245, pp. 489-490, 1996. 9
- 5) 塩野真知子, 他3名: 昭和戦前期に発展した気候設計理論とそれに基づく住宅デザイン, 日本建築学会大会学術講演梗概集, No40483, pp. 987-990, 2005. 9
- 6) 武政孝治, 小玉祐一郎: 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, 日本建築学会計画系論文報告集, 第427号, pp. 39-47, 1991. 9

本研究に関連する既発表研究

- I) 鈴木聖明, 市川尚紀: 現代住宅作品のパッシブ設計手法に関する事例調査研究, 日本建築学会中国支部研究報告集, 第31巻, 425, 2008. 3