環境住宅の技術と空間設計手法の類型化

—1970～1995年の日本の住宅の分析—

松原斎樹 —*1 吉岡智子 —*2
松原小夜子 —*3 藏澄美仁 —*4

キーワード:
環境住宅, 技術, 設計手法, パッシブシステム

Keywords:
Environment-conscious house, Technology, Design method, Passive system

CLASSIFICATION OF THE TECHNOLOGY OF ENVIRONMENT-CONSCIOUS HOUSE AND THE DESIGN METHOD OF SPACE

Naoki MATSUBARA —*1 Tomoko YOSHIOKA —*2
Sayoko MATSUBARA —*3 Yoshihito KURAZUMI —*4

The purpose of this study is to discuss the relationship between the technology of passive system and the design method of space. Ninety three houses with a passive system out of 142 environment-conscious houses are found in the house journals published from 1970 to 1995 in Japan. The results showed that the technology of passive system were classified into solar system and the others, and the design method of space were classified into five types. The relationship between them were expressed as a figure.

1 はじめに

温暖化を初めとする地球環境問題が深刻になっており、建築の世界でも、地球環境に配慮した建築・住宅を指向する動きが強まっている¹⁾。2005年2月には温暖化防止に関する京都議定書が発効し、温暖化対策を急速に強化する必要に迫られている。このような中で、近年、環境住宅の研究が活発化しているが、実験やシミュレーションによる集熱・蓄熱などの環境工学的技術にのみ注目した研究²⁾が多く、これらの技術と空間設計手法の関係に注目した研究は少ない(本研究では「環境住宅」を「地球環境に配慮し、かつ自然環境の持つ潜在的な力を活かすよう工夫された住宅」と定義する)。そのような研究の例を挙げると環境住宅の計画・設計手法を体系化しようとする研究³⁾がある。また、設計手法を技術に基づいて体系的に整理した文献⁴⁾、住宅の省エネルギー的な手法を構法計画学の立場から論じた文献⁵⁾、環境住宅に関してわかりやすく論じた文献⁶⁾もある。これらは設計者や居住者の意識を重視した研究、あるいは住宅の一部分やディテールについての設計手法を示した文献である。このように、これまで環境住宅については技術に基づいた設計手法の議論が中心であり、またパッシブ住宅の設計手法は住宅の一部に限られた空間やディテールによる分類しかなされていなかったため、実用的な設計手法となりにくかったと言える。本研究では実際に竣工した住宅作品を整理・分類することにより、環境住宅の熱的技術と空間設計手法の関係について考察することを目的とする。これにより環境住宅の熱的技術と空間設計手法の関係が明らかになり、環境住宅の普及を促す一つの手段となると思われる。なお、本報告では、1970年～1995年^{註1)}の四半世紀の日本の住宅を対象として、この課題を追求する。

2 方法

調査対象は1970～1995年の「新建築」^{註1)}を中心とした建築関連雑誌^{註2)}に掲載された住宅のうち、設計者の言説の中から「環境住宅」の定義に該当すると判断して抽出した戸建て住宅である。そして抽出した環境住宅から、建物、システム、設計、図面などのデータによりデータベースを作成した。

パッシブシステムは、建物の熱的な特性を利用して熱の流れをコントロールするシステムであるから、ディテールなどの詳細的な構成だけでなく住宅全体の空間構成が大変重要になる。環境住宅の技法や手段を利用して熱的環境を構成している空間の構成に着目し、考察することによりパッシブシステムの空間構成を分類する。その熱的環境を構成している空間を以下の2つに分類する。

(a) 熱流空間: 集熱された熱が移動する空間

(b) 対象空間: 温熱環境を制御する空間

さらに、対象空間は直接的と間接的に2分類できる。

(b1) 直接的对象空間: 熱流空間から直接に放熱される空間

(b2) 間接的对象空間: 直接的对象空間を経由した熱により間接的に放熱される空間

これらの空間は環境住宅を構成している基本的な空間であり、パッシブシステムの熱的技術と密接に関係している。この熱的技術と空間構成の関係を考察するため、技術に基づいて分類した6つの方式のそれぞれについて熱流・対象空間の形態・関係によって空間構成を分類する。そして環境住宅の技術と空間設計手法の関係を考察する。

*1 京都府立大学人間環境学部環境デザイン学科 教授・工博
(〒606-8522 京都市左京区下鴨半木町1-5)

*2 日建ハウジングシステム 生活科学修士

*3 嵯山女学園大学生活科学部生活環境デザイン学科 教授・学博

*4 京都府立大学人間環境学部環境デザイン学科 助教授・工博

*1 Prof., Dept. of Environmental Design, Kyoto Pref. Univ., Dr. Eng.

*2 Nikken Housing System Co. Ltd.

*3 Prof., Dept. of Human Environmental Design, Sugiyama Jogakuen Univ., Ph.D.

*4 Assoc. Prof., Dept. of Environmental Design, Kyoto Pref. Univ., Dr. Eng.

3 結果および考察

抽出された環境住宅は142件で、内訳はアクティブシステム5件、ハイブリッドシステム10件、パッシブシステム93件、断熱・気密化29件、その他5件であった。本研究では、このうちパッシブシステムの技術と空間設計手法について整理し、分類を行なった。

3.1 パッシブシステムの技術と空間構成の分類

図1にそれぞれの技術に対する熱流空間と対象空間を示した。

(1) ダイレクトゲイン方式

ダイレクトゲイン方式は開口部から日射を集熱し、床、壁、天井等の建築躯体に直接蓄熱する単純なものであるが、蓄熱時間が短くなる欠点がある。そのため蓄熱時間を長くする工夫によって、蓄熱部位の仕様の充実、熱損失を抑制するための断熱・気密化、補助暖房の使用に分類された。

空間構成を熱流空間と対象空間により分類した結果、吹抜型、各居室別型、吹抜+各居室別型、上下反転プラン型に4分類された。

ダイレクトゲイン方式の技術と空間構成には強い相関関係が見られないために技術と空間構成の組合せに幅が見られる。よって、十分な日射を居室内に取得できれば使用できる方式と言える。

(2) 空気集熱方式

これは屋根や集熱空間で空気集熱し、床や壁などの建築躯体に直接蓄熱させて放熱する方式である。空気集熱方式の技術では、この技術をユニット化したシステムとそれ以外に分類できる。空間構成については、吹抜型、上下反転プラン型、ワンルーム型に分類できた。

(3) 付設温室方式

温室で集熱・蓄熱・放熱する方式で、温室は外と内をつなぐ緩衝空間である縁側と共通する働きがある。また温室は吹抜空間と組み合わせると煙突効果による換気が期待できるために、煙突効果と組み合わせたものが多く見られた。

空間構成については、平面では熱流空間が対象空間に付設する付設型と対象空間の内部に入り込んだ内部型に、また断面では温室が吹抜であるものとなないものがある。これを組み合わせて分類すると、付設型、温室吹抜型、付設吹抜型、内部付設型に分類できた。これらは1980年から1995年の事例でみると付設型→温室吹抜型→付設吹抜型→内部吹抜型と変化している(図2)。この変化によって熱流空間は次第に広くなり、対象空間も住宅の広範囲に渉ようになった。そして対象空間が住宅全体に広がり、住宅全体をワンルーム空間とする設計手法が増加するようになった。付設温室方式は熱容量の小さい温室と熱容量の大きい居室の熱的特性の異なる空間を使い分けることにより有効的に機能する方式であるため対象空間と非対象空間を設ける必要がある。

(4) ロックベッド方式

ロックベッド方式の技術は、集熱・放熱方法を選択できるため様々な条件に対応できるが、実際には集熱方法は空気集熱方式が大半であり、付設温室方式が少し見られた。

空間構成は他の方式に比べて多様であるが、これはロックベッド方式の技術にヴァリエーションがあるため空間構成にも反映した結果であると思われる。各居室別型、吹抜型、温室型に分類できた。

ロックベッド方式では、付設温室方式を使用した場合の空間構成は温室型に限られるが、その他の技術と空間構成について特に関係は見られなかった。

(5) 太陽熱を利用していない方式

この方式は通風や日射コントロールを主としたもので、特に煙突効果を利用するものが多く、これらの熱流空間は吹抜空間となり住宅の中央に位置している。この空間構成は付設温室方式の内部吹抜型や空気集熱方式の吹抜型と共通している。一方、伝統的な手法で

方式の種類	分類	熱流空間	対象空間	熱流空間の位置	
ダイレクトゲイン方式	吹抜型	吹抜空間	直接的：熱流空間 間接的：熱流空間に開口部をもつ居室		
	各居室別型	各居室	各居室 (ほぼ住宅全体)		
	吹抜+各居室別型	各居室	各居室		
	上下反転プラン型	パブリックスペース	パブリックスペース		
空気集熱方式	吹抜型	吹抜空間	直接的：熱流空間 間接的：熱流空間に開口部をもつ居室		
	上下反転プラン型	パブリックスペース中心	パブリックスペース中心	-	
	ワンルーム型	全体	全体		
付設温室方式	付設型	温室	温室と接している居室		
	付設吹抜型	居室吹抜型 温室と接している居室(吹抜空間)	直接的：熱流空間 間接的：熱流空間に開口部をもつ居室		
		温室吹抜型	温室		
	内部吹抜型	温室	温室と接している居室		
ロックベッド方式	各居室型	各居室	各居室 (ほぼ住宅全体)	-	
	吹抜型	吹抜	直接的：熱流空間 間接的：熱流空間に開口部をもつ居室		
	温室型	温室	温室と接している居室		

熱流空間 - - - - -> 夏至 - - - - -> 冬至 - - - - -> 熱の流れ

図1 パッシブシステムの空間構成一覧

竣工年	名称	設計者	PLAN ①	SECTION
1981年	大館邸	NOVAS建築設計事務所		
1982年	福井邸	NOVAS建築設計事務所		
1982年	須之部邸	伊藤豊雄建築設計事務所		
1982年	小原邸	ESPA・栗山正也+安藤正雄		
1982年	増子邸	井山武司		
1983年	ぎんせん産業モデルハウス	NOVAS建築設計事務所		
1989年	恋月の家	平瀬敏明		
1991年	須賀の家	有田慶司/あす建築事務所		
1993年	ひばりが丘のワークショッ	ア		
1994年	伊勢原の家	諸角敏+松本剛/スタジオA		

図2 付設温室方式の空間構成

ある雁行型は少数である。

3.2 パッシブシステムの技術と空間構成の関係

(1) パッシブシステムの技術

データベースから、空気集熱方式23件、ダイレクトゲイン方式17件、付設温室方式13件、ロックベッド方式12件、トロンブウォール方式1件、太陽熱を利用していない方式27件が抽出された。

空気集熱方式が最も多い理由は、集熱・蓄熱・放熱方法の選択に幅があるため、様々な条件の敷地で利用可能な技術だからである。空気集熱方式は1990年以降に急増しており、これは技術をユニット化した設計・施工方法を確立したシステムの出現によるものである。

ダイレクトゲイン方式、付設温室方式、ロックベッド方式の抽出件数に大きな違いはないが、竣工年により様相が異なる。ダイレクトゲイン方式、付設温室方式は長年コンスタントに建設されているが、ロックベッド方式は1990～1995年には建設されていない。これは空気集熱方式と逆の現象で、性能が優れていても設計、施工方法が確立されていないためと思われる。

結果として、ダイレクトゲイン方式と付設温室方式は集熱・蓄熱・放熱方法が定まっており、日射が直接居室や温室に流入することが最低条件となり、さらに蓄熱効果を上げるための工夫が必要となる。また空気集熱方式とロックベッド方式では集熱・放熱方法の選択の幅が広いために、様々な条件の敷地で利用可能な技術である。

(2) パッシブシステムの空間構成

図1に見られるように、対象空間は熱流空間と同一空間であるか、熱流空間に接している空間である。熱的技術と熱流・対象空間との関係についてみると、空気集熱方式の吹抜型とダイレクトゲイン方式の吹抜型、付設温室方式の居室吹抜型、ロックベッド方式の吹抜型の熱流空間は吹抜空間であり、また対象空間は直接的対象空間が

熱流空間と同じ空間で、間接的対象空間は熱流空間に開口部をもつ居室である。技術が異なっても熱流空間・対象空間が共通している傾向が見られる。このように熱流空間と対象空間が共通していれば住宅全体の基本的空間構成も等しいといえる。よって共通している熱流空間・対象空間を基にしてパッシブシステムの空間構成について分類した結果、空間構成は吹抜型、温室型、同一型の3つに分類できた。

吹抜型は熱流空間が吹抜空間で、対象空間は直接的対象空間と間接的対象空間の2つ存在し、直接的対象空間が吹抜空間、間接的対象空間は吹抜空間に開口部をもつ居室であるものである。

温室型は熱流空間が温室で、直接的対象空間が温室に接している居室となり間接的対象空間が存在しない構成である。

同一型は熱流空間と直接的対象空間が同一空間である構成である。しかし熱流空間と対象空間が同一空間であるものは抽出された件数が多く、空間の配置が様々であり空間構成も異なるので同一型はさらに以下の3つ（各居室別型、上下反転プラン型、ワンルーム型）に分類される。

各居室別型：ダイレクトゲイン方式の各居室別型、吹抜型+各居室型、ロックベッド方式の各居室別型、機能分離型の熱流空間と対象空間は同一空間で各居室ごとである。これは個々の居室で温熱環境を制御しているために、住宅によって熱流、対象空間が異なる。この場合は、ほぼ住宅全体の居室を対象空間としている。このように各居室ごとで熱流空間と対象空間が同一となっている型。

上下反転プラン型：ダイレクトゲイン方式や空気集熱方式のうち、日射受熱を考慮し2階にパブリックスペース、1階にプライベートスペースを配置して、2階のパブリックスペースの温熱環境を優先した居室を対象空間としている型。

ワンルーム型：空気集熱方式のうち住宅全体を一体的な空間とし、その空間を熱流空間および対象空間として住宅全体の温熱環境を制御している型。

以上よりパッシブシステムの空間構成を熱流空間と対象空間に関して分類した結果、吹抜型、温室型、各居室別型、上下反転プラン型、ワンルーム型の5つに分類できた。

(3) 熱流空間の位置

図1に示されるように住宅全体に対する熱流空間の位置は、南側が大部分である。これは太陽熱を利用するパッシブシステムの特徴である。しかし最近、熱流空間を住宅の中心に配置して住宅全体の居室を対象空間とするものが増加しているが、対象空間を広げることにより冬には外気との接触面積が増大して熱損失が大きくなる。非対象空間は対象空間に対して断熱材と同様の効果を発揮するので対象空間をあまり大きくするのではなく、熱流空間との位置関係だけでなく非対象空間との位置関係についても考慮することが必要である。

(4) パッシブシステムの技術と空間構成の関係

パッシブシステムの技術と空間構成の関係を考察した結果、図3に示すように関連づけることができた。

吹抜型はどの技術でも採用されており、その技術を活かす熱流空間や対象空間の工夫により様々な条件に対応ができると考えられる。また熱流空間である吹抜空間が季節に応じて効果的に機能するため、吹抜型は有効な空間構成であると言える。しかし間接的対象空間が

図3 環境住宅の技術と空間構成の関係

必要なために対象空間が大きくなる傾向があり、集熱能力を越えた広さになる可能性が高い。集熱能力に見合った熱流空間、対象空間を設計するためには、集熱面積と蓄熱面積の関係のみの2次元的な判断ではなく、熱流、対象空間を含めた3次元的な判断により設計をすることが必要である。なお、吹抜型の空間構成については、空気集熱住宅と一般住宅に関するMatsubara et al.⁷⁾の類型化(図4)があり、住宅の空間構成として、今後さらに注目する価値があると考えられる。

温室型に採用される技術は付設温室方式のみである。そのため日射が直接に居室、温室に流入することが最低限必要であるが、熱流空間の位置が他の方式に比べて自由であるため住宅のプランニングの自由度は高い。

各居室別型に採用される技術はダイレクトゲイン方式と集熱方法が空気集熱方式であるロックベッド方式であり、これらは敷地条件により使い分けられている。

上下反転プラン型に採用される技術は空気集熱方式とダイレクトゲイン方式であり、各居室別型と同様に敷地条件によって使い分けられている。各居室別型は敷地に余裕がある住宅に利用されるが、この型は住宅密集地で利用される点異なる。そして熱流空間、対象空間は2階のパブリックスペースとなるが、住宅によってはその他の居室も対象空間としている。

ワンルーム型に採用される技術は空気集熱方式であり、別荘や都市部の住宅密集地に位置する建築面積の小さい住宅に見られる。不在がちな別荘では温熱環境の制御でなく、湿気防止のための空気循環の目的で利用されている。別荘で利用される技術では他にトロンプウォール方式があり、これも同様の目的のために利用されている。

その他は熱流空間と対象空間を明確に特定できないもので、通風の雁行型や通風・日射コントロール、ロックベッド方式の機能分離型がこれにあたる。

4 まとめ

本研究では実際に竣工した環境住宅について、熱的技術や図面に加えて設計者の言説や居住者の意見などに基づいてパッシブシステムの技術と住宅の空間設計手法の関係について考察し、図示した。このことにより敷地条件などに応じて利用可能なパッシブシステムの技術を読みとり、さらにその技術と対応する住宅の基本的空間構成を、また逆に設計が進行している住宅のプランなどからそれらに対応するパッシブシステムの技術を情報として得ることができる。よって現在までに使用された技術と空間設計手法の関係を明らかにすることができた。当然、この図以外の技術と空間設計手法の関連が存在する可能性はあるが、建築関連雑誌に掲載されている実際の作品の範囲内で関係を示したことの意義は大きいと思われる。1995年以後の動向については、今後さらに検討する意義があろう。

文 献

- 1) 日本建築学会他：地球環境建築憲章、2000。
- 2) 成哲俊、須永修通、堀祐治：水蓄放熱床をもつ太陽熱床暖房システムに関する実験研究、日本建築学会環境系論文集、No. 572、39-46、2003。
- 3) 毛塚順次、奥田宗幸、鈴木寛：エコロジー住宅の計画・設計手法に関する研究、日本建築学会大会学術講演梗概集（近畿）、517-518、1996
- 4) 彰国社編：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
- 5) 真鍋恒博：省エネルギー住宅の考え方、相模書房、1979
- 6) 小玉祐一郎：居住のための建築を考える、建築資料研究社
- 7) Matsubara, S. et al.: Comparison between interior spaces that emphasizing thermal comfort versus those emphasizing aesthetic design -- Space design of detached houses with wells in Japan, Papers from The 10th International Conference on Environmental Ergonomics, Fukuoka, Japan, September 23-27, 853-856, 2002

注1) 建築関係の雑誌の中でも、長年にわたり多数の読者層を持ち、幅広い建築を掲載してきており、デザイン性にも特徴があるという点から「新建築」(1976年以降は「新建築 住宅特集」)を資料とした。また時代背景として環境庁が設立され、社会的に自然環境問題に取り組む動きが活発化し、「新建築」に自然環境問題と建築を扱った論文が初めて掲載された1970年以降とした。また、1997年12月に温暖化防止京都会議が開催され、その後は、歴史的に大きな変化を迎えている点を考慮して、1995年までの四半世紀を一つの区切りとした。

注2) その他の建築関連雑誌として、「建築文化」と「住宅建築」を対象とし、「新建築」と同様の主旨で掲載作品を抽出した。

[2005年4月19日原稿受理 2005年7月22日採用決定]

図4 吹き抜け空間の分類 (Matubara et al.⁷⁾)