

2006 年度 修士学位論文

環境工学における風土的形態の性能評価

広島女学院大学大学院
人間生活学研究科 生活科学専攻
武政研究室 057505 新山晶子

目次

1章	はじめに	1
2章	パッシブデザインの意味	3
	2-1 世界の伝統的な住まい	4
	2-2 多様な住まいの原型	6
	2-3 省エネ法と次世代省エネ基準	7
	2-4 広島的气候特性	16
3章	自然エネルギーの利用	17
	3-1 温熱環境	17
	3-2 夏期のパッシブ計画	20
	3-3 冬期のパッシブ計画	25
	3-4 外断熱工法	27
4章	計画概要	30
	4-1 安下庄の気候風土	30
	4-2 狭小敷地	32
	4-3 設計のコンセプト	32
5章	設計	37
6章	ESP-rを用いた室内環境の性能評価	49
	6-1 夏期のシミュレーション結果	53
	6-2 冬期のシミュレーション結果	59
7章	おわりに	65
	参考文献・引用文献	66

1章 はじめに

現在、世界中で環境問題が深刻化し、人々はすべての創造物に対してパッシブな考えを持たざるを得なくなった。パッシブという言葉は、自然を共生すべき対象として認識することに由来するが、その目的は、物事を成す前に十分に対象を観察し、広い視野や柔軟な視点を持って考えることである。

建築においては、デザインの工夫により出来るだけ多くの自然エネルギーを有効的に利用し、最小限の設備利用で室内気候調節を行い、快適な住環境を検討していく。

日本の気候風土は少し移動しただけでも大きく異なる。京都御所の紫宸殿は、「君子は南面する」のことばどおり南向きである。しかし、その北の清涼殿は東側に広く開口部をもっている。これは京都の夏が東山の方から涼しい風が吹くことが多いからで、東京では夏は南から、冬は北から風が吹くが、広島では夏は南西から、冬は北から吹く。山や谷、都心では込み合った建物によって風向きはまちまちだ。夏に湿度の高い日本では、風通しをよくするために開口部を広くとりたいと考えられている。しかし、兼好法師が「冬はいかなるところにも住まる」といったのは、南北に長い日本列島でも北緯 35 度の京都を中心としたごくごく狭い範囲のことで、北海道や沖縄、瀬戸内海と日本海など、土地によって住居の形態はそれぞれに工夫を凝らし異なっている。また、雨量や雨の降り方も地域によって異なる。このようなマイクロクライメント（局地的な気候）が、住まいづくりにはとても大切なのである。パッシブデザインにおいて OMソーラーをはじめ、いくつかの組織・企業がさまざまな形でパッシブな家づくりを行っているが、そのようなある程度完成したシステムにいきなり頼ってしまうのではなく、まずは身近にある風土に根付いた古民家な

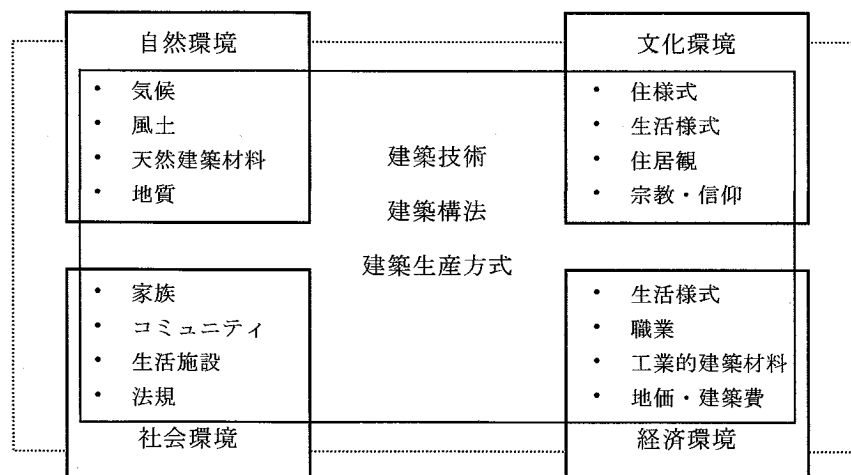


図 1-1 住文化の形成

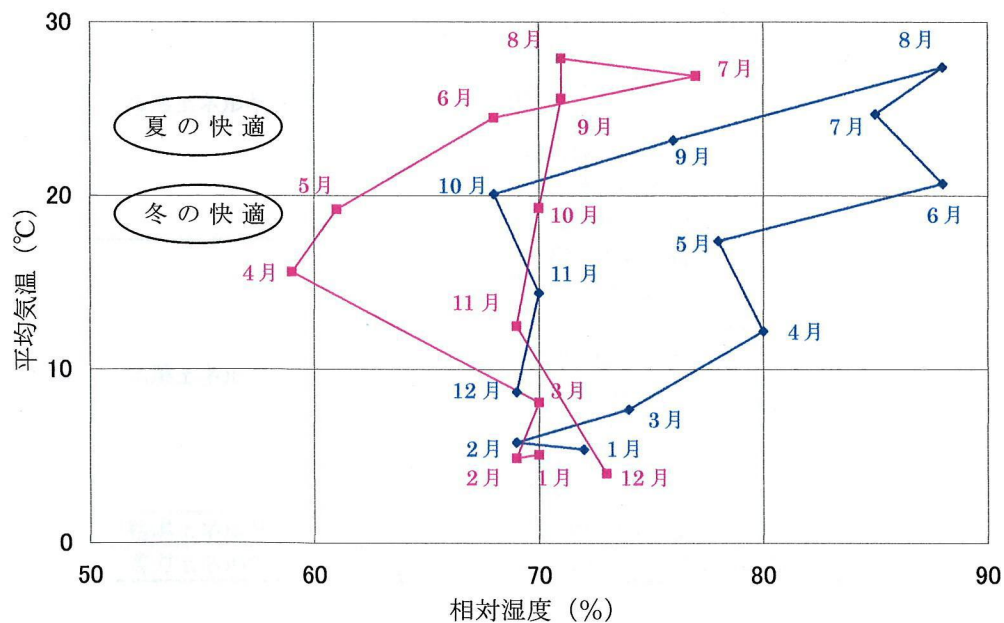
住文化は各々の自然環境、社会環境、経済環境、文化環境を考慮しながら、当該社会の建築技術、建築構法、建築生産方式に基づいて形成される。

どを見直し、加えて地域の気象データを参考により良いパッシブデザイン・無駄のない住まいづくりに繋げていくことが大切である。

私たちが建物の中にいて快いと感じるのは、まず第一に私たちが包む空気が、熱的にも衛生的にもよい状態にあるときである。熱的に快適であるとは、平たく言えば、夏涼しく冬暖かいということであるが、これを気温と湿度で表すと、夏は 26°C 程度、冬は $18\sim 20^{\circ}\text{C}$ 程度、湿度は年間を通じて $50\sim 60\%$ 程度ということになる。しかし、我が国の気候は、夏は高温多湿で蒸し暑く、冬は低温低湿のため厳しい寒さとなる。図 1-2 は広島市と本研究でのパッシブ建築設計計画地の安下庄のクリモグラフである。いずれも右肩上りであり、このことをよく表している。このクリモグラフについては、4 章で詳しく述べる。

本研究では、「夏寒く、冬寒い」という過剰空調にからだ慣らされている現代において、高断熱・高气密を前提とし、デザインの工夫により冷暖房負荷を低減し、最小限の設備利用で、自然環境要素を生かした計画手法について検討していく。

図 1-2 クリモグラフ



2章 パッシブデザインの意味

パッシブシステムの設計の目的は、対象とする地域の自然環境のポテンシャルを最大限に引き出すことである。我が国では、緯度が 20 度近くにわたっているために、北と南では気候が大きく異なっていることと、地勢の変化に富んでいることから、地方特有の気候が存在している。これらのことは、伝統的な民家における建物の配置、プランニング、工法、材料などあらゆる面で地域特有の工夫がなされている。

日射の多いところはパッシブ暖房の計画がしやすく、また風のよく吹くところでは通風計画がしやすいというように、地域ごとに自然のポテンシャルには特徴があり、その活用方法は異なるが、第一に地域の気候特性を分析し、第二にそれぞれの気候要素のポテンシャルの強さを発見し、さらにそのうち利用できるものは積極的に活用し、不利な作用を及ぼす気候要素は極力遮断するように建築的工夫をするのが、パッシブデザイン設計の基本的なプロセスである。

暖房エネルギー	建築的手法	躯体の断熱・気密化 開口部の断熱・気密化 窓面積の適正化 蓄熱体の設置
	設備的手法	太陽熱の利用 換気廃熱の回収 機械換気量の適正化 給湯廃熱の回収
冷房エネルギー	建築的手法	屋根・天井の断熱 窓の日射遮蔽 通風の利用（適切な通風経路の確保） 躯体の断熱・気密化（大きな冷房負荷削減） 調湿材の利用
	設備的手法	換気廃熱の回収 機械換気量の適正化 地中冷熱の利用
給湯エネルギー	太陽熱利用、冷房等の廃熱の回収、配管の断熱と距離短縮	
電力エネルギー	太陽電池、家電機器の消し忘れ防止、待機電力の少ない家電機器	

図 2-1 さまざまな省エネルギー手法

2-1 世界の伝統的な住まい

世界各地でも日本と同じように住まう場所によって、住宅の形態が異なる。暑い砂漠の国の住宅、白い雪の国の住宅、あるいは、南海の小島の住宅などさまざまである。

図 2-2 のように東南アジアでは、大河や海岸沿いだけでなく、広く内陸でも杭上住居の分布が見られる。フィリピンミンダナオ島のモロ族は山洋民で、住まいを浅海や海辺の杭上に築き、集落を構成する。家屋は密集し、栈橋でつながれているので横に自由に行き来できる。一方、タイ山岳民のアカ族は、1000m 以上の高地に住む農耕民である。村落は山の尾根筋の両側に形成され、家屋は傾斜地に建つため、特に背後側が高床になっている。屋外には作業のための高床の露台も設けられている。

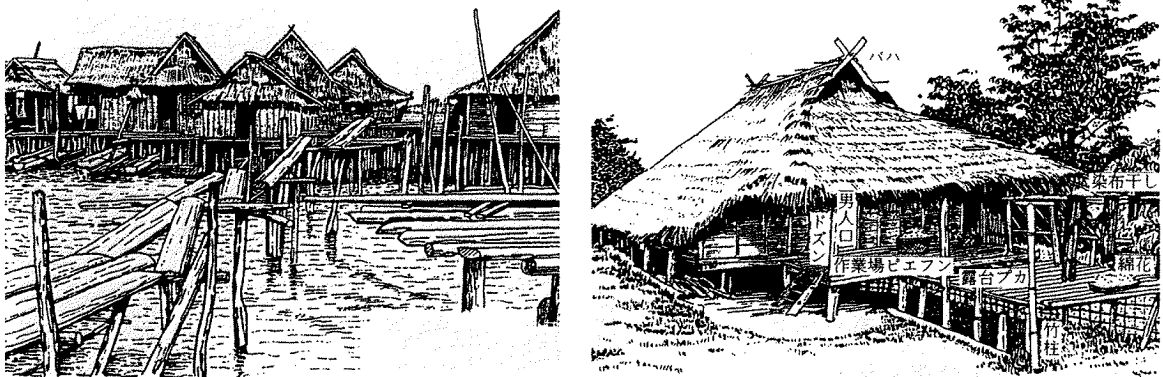


図 2-2 海洋民の住まいと山地民の住まい

図 2-3 はイランの農耕村落クーニクの風景で、ドーム型とボールド型の混在した屋根形態や風車が特徴的な景観を造り出している。

煉瓦は泥煉瓦から日干し煉瓦、焼成煉瓦まで世界中で建材として広く使われてきたが、ここでは厳しい気候風土と対応しながら形造られてきた日干し煉瓦の住まいである。

酷暑の地であるため、住まいは寝室、厨房、作業場、納戸、家畜小屋などが中庭を囲むように配置されている囲い型である。各建物は厚い日干し煉瓦で閉鎖的に構成され、熱射や砂嵐などに対応している。

図 2-4 は北シリアの例である。北シリアも木材などの植物性の建築材料に恵まれず、壁は石を泥で固め、屋根はイランと同様に日干し煉瓦をドーム型に積み重ねた組積造りである。

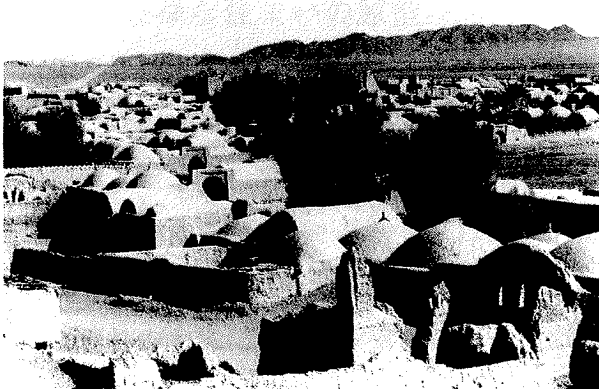


図 2-3 イランの住まい

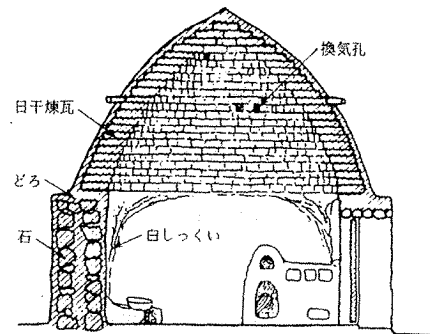


図 2-4 北シリアの住まい



図 2-5 アンデス高地の石積み住居

ペルーのアンデス高地のインディオの住まいには、日干し煉瓦の住居に混じり、豊富な石材を使用した石積み住居もみられる。インディオの住まいは高地にポツポツとあるが、図 2-5 は海拔 3500m の山岳地帯にある牧家である。

台所兼食堂だけが日干し煉瓦で造られ、住棟は屋根が草葺、壁は手軽に手に入る石材を円筒形に積み重ねている。窓はなく入口も小さく、風や寒さを防いでいる。

エーゲ海の島サントリーには、島全体が火山岩と火山灰で覆われた特殊な地質であるため、豊富な火山岩や溶岩などを建築材料とする独自のボールド工法が生み出された。石材と同じく、蓄熱効果が大きく、日中暑く、夜涼しい気候に適している。

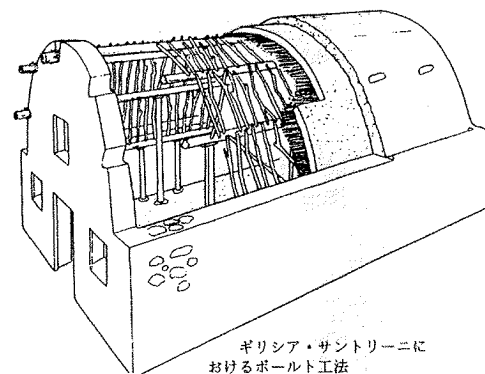


図 2-6 エーゲ海の特異なボールド工法

2-2 多様な住まいの原型

人類の長い歴史を振り返ると、そこには人間自身の進化や技術の発達のように、比較的、直線的、すなわち前のものより新しいものが優れているといえるように発展してきた面と、各地の風土や文化の違いによって固有の多様性を生んできた面とがある。生きていくための基本とも言える衣・食・住などには技術的な発展もあったが、各地の風土に適した多様性が見られ、どちらが優れているとはいえないことが多い。

それぞれの土地によって、気候風土が求める本来の住居型が大切である。

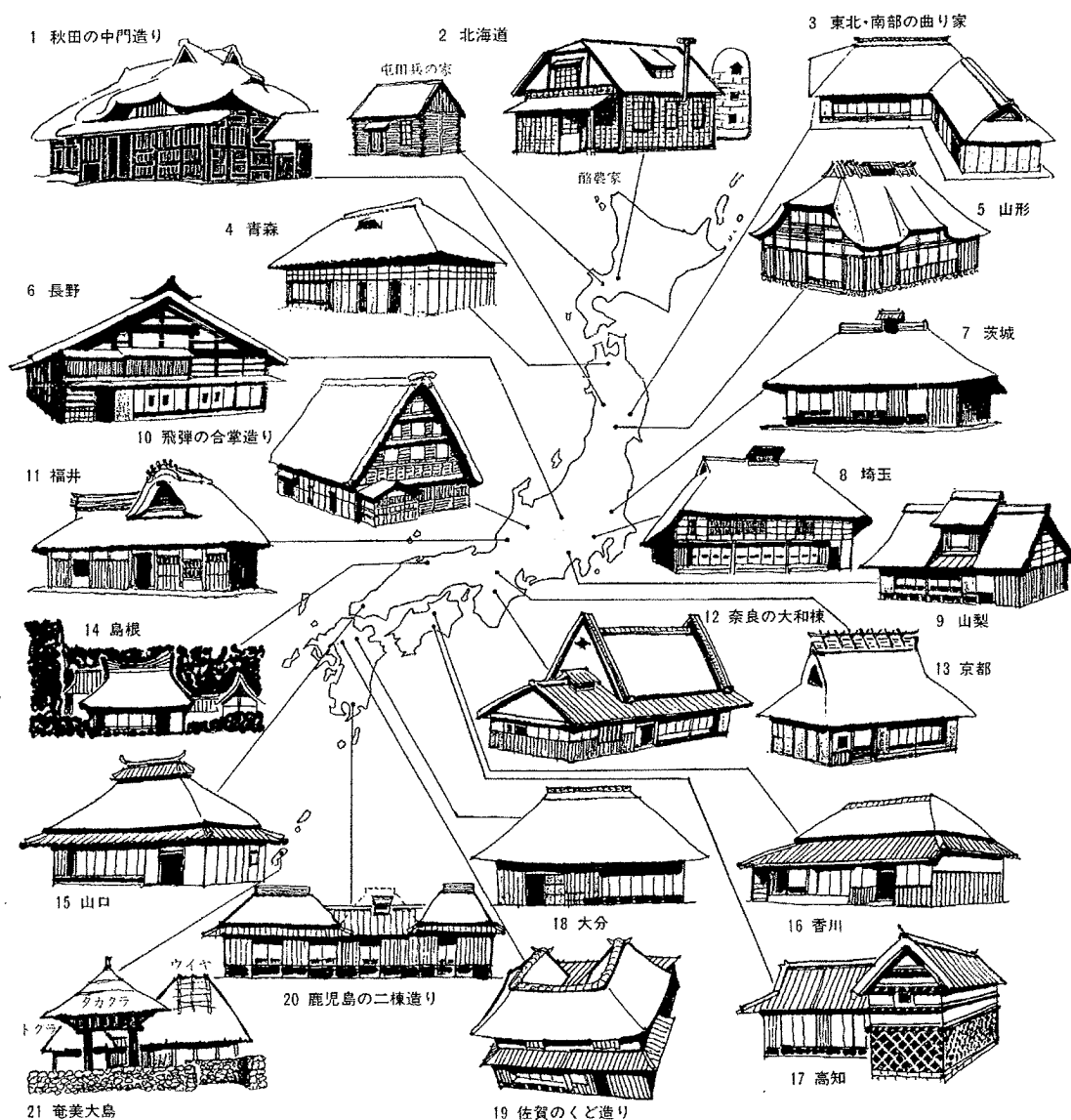


図 2-7 日本各地の農家の特色ある伝統形式

竪穴住居から始まって現代に至るまで、日本の住宅はさまざまな形に発展してきたが、農家住宅こそ風土的形態の源流である。

図 2-7 に示す農家の姿はほんの一部にすぎないが、それでも地方によって様々な形態を示しており、それらはその地方の気候風土・材料、あるいは農業生活に合わせて巧みに工夫された結晶といえる。

厚く葺き重ねたかや屋根は、やわらかく自然に溶け込む姿であるが、火災に弱い点を除けば防暑防寒に最適であるし、20 年ほども雨雪に耐える。その屋根型も 1（秋田の中門造り）や 3（東北・南部の曲り家）では寒さを凌いで馬を飼うためなどの独特の姿を作り、5（山形）、7（茨城）、8（埼玉）、9（山梨）では屋根裏の養蚕保温のために、それぞれ煙出しの工夫をしている。10（飛騨の合掌造り）でも広大な大屋根の下 3 階分がそれにあてられる。強風から家・屋敷を守るために富山や島根のある地方では屋敷林（防風林）を作るが、14（島根）の築地松はさながら屏風のように美しい。また風雨に対しては各地でなまこ壁が使われたが、17（高知）の倉など見事であったものも次第に影をひそめた。台風の常襲する九州南部や沖縄では 21（奄美大島）のように石垣を築き、湿度を避けるため床が高い。単に造型だけを見ても 6（長野）の屋根飾りや 12（奈良の大和棟）、19（佐賀のくど造り）など、各地各様の特色をもつ。

これらは夏の日射を遮る厚い屋根は持っていたが、壁や床の断熱や気密はあまり考慮されていない。日本の住宅の長い伝統は、ある意味で夏を旨とするパッシブクーリングの技法の歴史であり、冬の日中の日射熱を集熱し、蓄熱性、気密性を確保するパッシブヒーティングは考慮されていないといえる。日本におけるパッシブシステムの展開は、歴史に培われたクーリングの技法を発掘・改善しながら、いかに矛盾なしにパッシブヒーティングの技法と複合させていくかである。

2-3 省エネ法と次世代省エネルギー基準

高断熱・高气密、その他、住宅の省エネルギーを語る場合、「次世代省エネルギー基準」が必ず顔を出す。この基準は、「エネルギー使用の合理化に関する法律（省エネ法）」に基づくものである。

省エネ法は第四次中東戦争とイラン革命の二度のオイルショックを経て、1979 年 6 月に制定されたものである。省エネ法の第 1 条には、法の目的を「燃料資源の有効利用の確保のため工場、建築物、機械器具についてのエネルギーの使用の合理化に関する措置など

を講ずること」と述べている。この目的を達するために、建築物についてはまず第 13 条で建築主の努力義務を挙げており、その内容は次の 2 点の措置を講ずることとしている。

1. 建築物の外壁、窓等を通しての熱損失の防止のための措置
2. 建築設備に係るエネルギーの効率的利用のための措置

建築主がこの義務を果たすために、経済産業大臣と国土交通大臣には、建築主の判断の基準となるべき事項を定めることが求められている。(第 14 条)

この判断の基準は、建築物や設備の熱損失の数値目標を掲げるなど、いわゆる「性能規定」として示されている。住宅の場合は、この基準をより具体化した仕様規定として「住宅の設計及び施工に関する指針」が定められている。

住宅に関していえば、「建築主の判断の基準」と「設計・施工の指針」は、1999 年に改正されて「次世代省エネルギー基準」となった。

■次世代基準の性能規定・・・建築主の判断の基準＞

わが国の国土は狭いが、北は北海道から南は沖縄まで、地域の気候が大きく異なるので、基準を適用するにあたり、図 2-8 に示す I ～ VI の 6 地域に区分している。

図 2-8 次世代省エネルギー基準の

地域区分

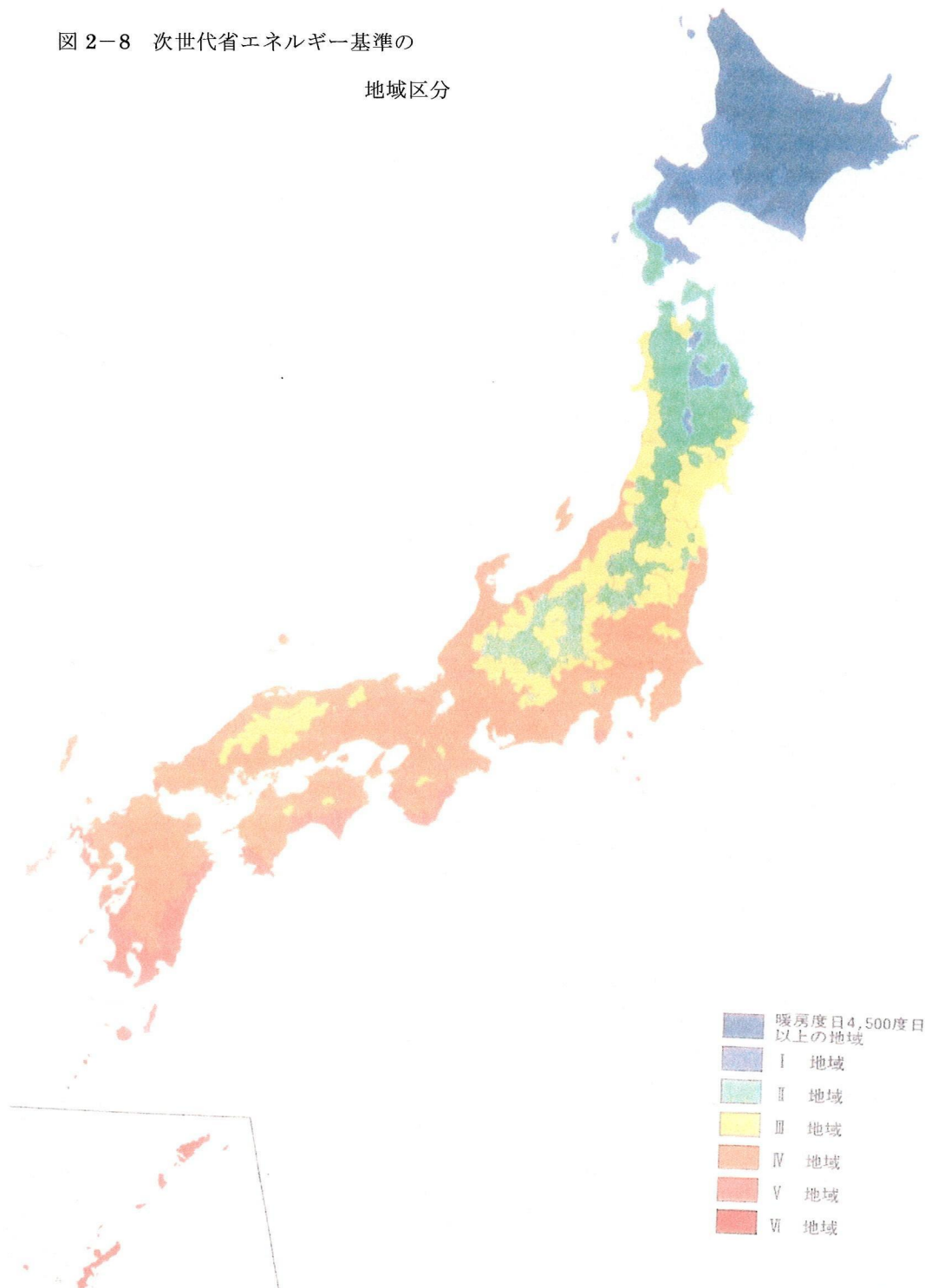
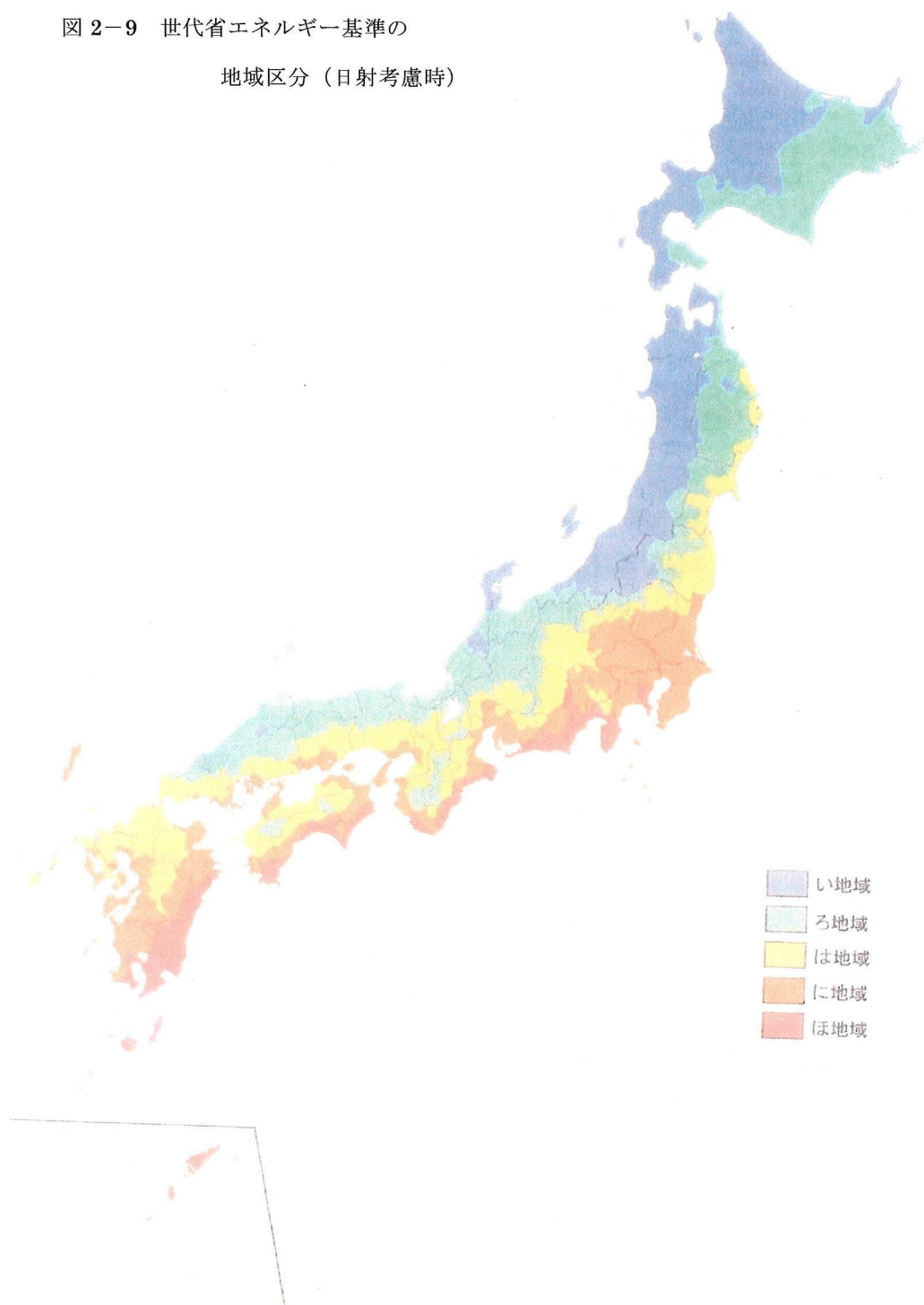


図 2-9 世代省エネルギー基準の
地域区分（日射考慮時）



この地域区分ごとに①年間暖冷房負荷、②熱損失係数、③夏期日射取得係数、④相当隙間面積が、表 2-1 の数値以下となるようにしなければならない。ただし、①～④のすべてを満足しなければならないのではなく、①、④か、②、③、④の組合せを満足すればよいという規定になっている。

大西正宣：住みよい家－快適・環境・健康

地域の区分	I	II	III	IV	V	VI
①年間暖冷房負荷 MJ/(年・㎡)	390			460	350	290
②熱損失係数 W/(㎡・度)	1.6	1.9	2.4	2.7		3.7
③夏期日射取得係数	0.08			0.07		0.06
④相当隙間面積 cm/㎡	2.0			5.0		

表 2-1 次世代省エネルギー基準の性能基準値

<年間暖冷房負荷>

年間暖冷房負荷は、1 年間の暖房負荷と冷房負荷の合計を、住宅の床面積の合計で割ったもので、このとき暖房負荷は、日平均外気温が 15℃以下となるすべての期間において、室温を 18℃以上に設定して暖房を行うものとして計算する。また冷房負荷は、暖房期間以外の期間において、室温を 27℃以下、相対湿度を 60%以下に設定して冷房を行うものとして計算する。この基準は次世代基準で新設されたもので、パッシブソーラーなど省エネルギーの建築的対応をも評価することができる。

<熱損失係数>

熱損失係数は、一般に「Q 値」と呼ばれている。Q 値は、屋内と屋外の気温差 1℃あたりの、屋根または天井、外壁、窓、床または土間床からの貫流熱損失量と換気による熱損失量の合計を、住宅の床面積の合計で割ったものである。この Q 値が付表の②の熱損失係数の基準値以下であればよいが、冬期に日射を取り入れるパッシブソーラーハウスの場合は、この基準値が緩和される。

<夏期日射取得係数>

夏期日射取得係数は、夏期に屋根、外壁、窓などに当たる日射熱のうち、屋内に流入する日射熱の割合であり、数値が小さいほど日射遮蔽の効果が高いことを示している。

<相当隙間面積>

相当隙間面積は、「C 値」ともいい、住宅の内外圧力差を 9.8Pa (パスカル) にしたときの通風量 (m³/時) を住宅の床面積の合計で割って 0.7 倍して求める。

<その他の基準>

以上のほか、建築主の判断の基準には、防露性能の確保、換気量の確保、暖房機器等による室内空気汚染の防止、冷暖房システムのエネルギー効率の確保、防暑のための通気経

路の確保のために適切な措置を講じることを努力義務として挙げている。

■次世代基準の仕様規定・・・設計・施工の指針

指針は、前述の性能規定のうち、年間暖冷房負荷とパッシブ手法を除く部分について、具体的な仕様規定を示している。この仕様規定に従って設計・施工を行えば、次世代基準を自動的に満足することになる。

指針においては、図 2-10 に示す躯体や開口部を断熱構造とすべき部分として定め、各部について基準を定めている。

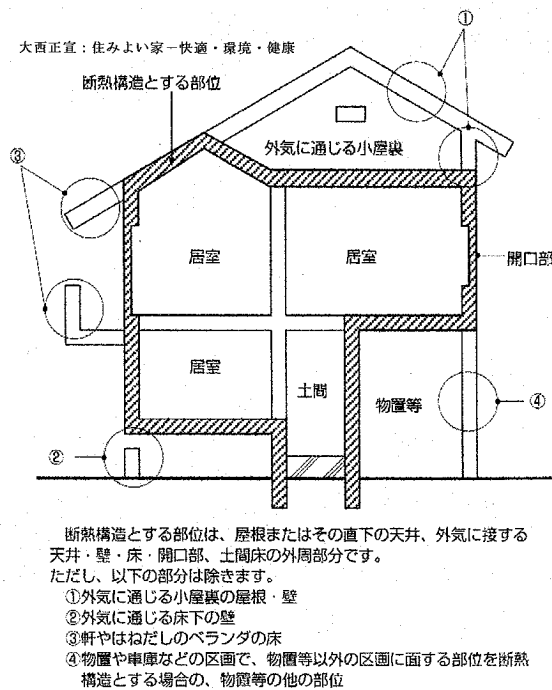


図 2-10 断熱構造とする部位

<躯体の基準>

躯体については、各部位の熱貫流率が表 2-2 の基準以下となるか、断熱材の熱抵抗が表 2-3 の基準値以上となるように設計する。

断熱材の熱抵抗は、材厚を熱伝導率で割ったものであるから、使用する断熱材の熱伝導率を表 2-3 の熱抵抗に掛ければ、必要な断熱材の厚みを求めることができる（単位m）。住宅金融公庫の割増融資制度「省エネルギー住宅工事」の仕様書では、断熱材厚の早見表が示されている。

表 2-2 熱貫流率の施工法別、部位別の基準値

住宅の種類	断熱材の 施工法	部位		地域区分			
				I	Ⅱ	Ⅲ・Ⅳ・Ⅴ	Ⅵ
鉄筋コンク リート等の 住宅	内断熱工法	屋根または天井		0.27	0.35	0.37	0.37
		壁		0.39	0.49	0.75	1.59
		床	外気に接する部分	0.27	0.32	0.37	—
			上記以外	0.38	0.46	0.53	—
		土間床等 の外周部	外気に接する部分	0.47	0.51	0.58	—
			上記以外	0.67	0.73	0.83	—
	外断熱工法	屋根または天井		0.32	0.41	0.43	0.43
		壁		0.49	0.58	0.86	1.76
		床	外気に接する部分	0.38	0.46	0.54	—
			上記以外	—	—	—	—
		土間床等 の外周部	外気に接する部分	0.47	0.51	0.58	—
			上記以外	0.67	0.73	0.83	—
その他の住宅	屋根または天井		0.17	0.24	0.24	0.24	
	壁		0.35	0.53	0.53	0.53	
	床	外気に接する部分	0.24	0.24	0.34	—	
		上記以外	0.34	0.34	0.48	—	
	土間床等 の外周部	外気に接する部分	0.37	0.37	0.53	—	
		上記以外	0.53	0.53	0.76	—	

表 2-3 断熱材の熱抵抗の施工法別、部位別の基準値

住宅の種類	断熱材の 施工法	部位	地域区分				
			I	Ⅱ	Ⅲ・Ⅳ・Ⅴ	Ⅵ	
鉄筋コンク リート等の 住宅	内断熱工法	屋根または天井	3.6	2.7	2.5	2.5	
		壁	2.3	1.8	1.1	0.3	
		床	外気に接する部分	3.2	2.6	2.1	—
			上記以外	2.2	1.8	1.5	—
		土間床等 の外周部	外気に接する部分	1.7	1.4	0.8	—
			上記以外	0.5	0.4	0.2	—
	外断熱工法	屋根または天井	3.0	2.2	2.0	2.0	
		壁	1.8	1.5	0.9	0.3	
		床	外気に接する部分	2.2	1.8	1.5	—
			上記以外	—	—	—	—
		土間床等 の外周部	外気に接する部分	1.7	1.4	0.8	—
			上記以外	0.5	0.4	0.2	—
木造住宅で充填断熱工法 (枠組壁工法について数 値が異なる場合は()で 示す)		屋根	6.6	4.6	4.6	4.6	
		天井	5.7	4.0	4.0	4.0	
		壁	3.3(3.6)	2.2(2.3)	2.2(2.3)	2.2(2.3)	
		床	外気に接する部分	5.2(4.2)	5.2(4.2)	3.3(3.1)	—(3.1)
			上記以外	3.3(3.1)	3.3(3.1)	2.2(2.0)	—
		土間床等 の外周部	外気に接する部分	3.5	3.5	1.7	—
			上記以外	1.2	1.2	0.5	—
		木造または鉄骨造の住宅 で外張り断熱工法	屋根または天井	5.7	4.0	4.0	4.0
			壁	2.9	1.7	1.7	1.7
			床	外気に接する部分	3.8	3.8	2.5
上記以外	—			—	—	—	
土間床等 の外周部	外気に接する部分	3.5	3.5	1.7	—		
	上記以外	1.2	1.2	0.5	—		

<開口部の基準>

開口部については、開口部の熱貫流率および窓の夏期日射侵入率の面積加重平均値が表 2-4 の数値以下となるか、開口部の建具、付属部材、庇などが表 2-5 および表 2-6 の仕様となるように設計する。

表 2-4 開口部の断熱性能等に関する基準

地域区分		I・II	III	IV・V	VI
熱貫流率の基準		2.33	3.49	4.65	6.51
夏期日射侵入率を面積加重平均した値	真北±30°の方位	0.52	0.55	0.55	0.60
	上記以外の方位	0.52	0.45	0.45	0.40

表 2-5 開口部の性能基準（窓または引戸）

地域区分	建具の種類と組合せ	熱貫流率※
I・II	①単板ガラス建具+単板ガラス建具+単板ガラス建具	1.91
	②単板ガラス建具+空気層12mmの低放射複層ガラス建具	1.51
	③単板ガラス建具+空気層12mmの複層ガラス建具（一方の建具が木製またはプラスチック）	1.91
	④空気層12mmの低放射複層ガラス建具または各空気層12mmの三層複層ガラス建具（建具が木製、プラスチック製、木またはプラスチックと金属との複合製）	2.08
III	⑤単板ガラス建具+単板ガラス建具（一方の建具が木製またはプラスチック）	2.91
	⑥単板ガラス建具+単板ガラス建具（枠が金属製熱遮断構造の建具）	2.91
	⑦単板ガラス建具+空気層6mmの複層ガラス建具	2.30
	⑧空気層6mmの複層ガラス建具（建具が木製またはプラスチック）	3.36
	⑨空気層12mmの複層ガラス建具または空気層6mmの低放射複層ガラス建具（建具が木またはプラスチックと金属との複合製）	3.01
	⑩空気層12mmの複層ガラス建具または空気層7mmの低放射複層ガラス建具（枠が金属製熱遮断構造の建具）	3.01
IV・V	⑪単板ガラス建具+単板ガラス建具	4.00
	⑫空気層6mmの複層ガラス建具	4.00
VI	⑬単板ガラス建具	—

※ ガラス中央におけるもの。単位はW/(m²・度)

<その他の基準>

以上のほかに、換気計画、冷暖房および給湯、通風計画などに関する基準が定められている。

2-4 広島の気候特性

前章でも述べたように、パッシブシステムの基本は、その土地の気候特性を十分理解し、外構や建物そのもので自然エネルギーのポテンシャルをうまく利用し、快適な建築環境を作り出すことである。ここでは、パッシブ手法の整理やパッシブシステムの提案と関連させて、身近な広島における気候特性を考察する。

気象データについては理科年表をはじめ多くの資料があるものの、パッシブ手法を検討する段階で役立つような形に整理された気象データの資料は非常に乏しい。冬期における日射量や気温の関係、夏期の風向、風速、湿度など、パッシブ手法と関連する気象要素について地域ごとにそれらの月変化を同時に把握できる気候データ表を作成する。

広島	降水量 mm	平均気温 ℃	相対湿度 %	平均風速 m/s	風向き	日照時間 h
1月	12.0	5.1	70	3.7	北	137.5
2月	77.0	4.9	69	3.6	北	131.1
3月	118.0	8.1	70	3.7	北	166.3
4月	59.0	15.6	59	3.7	北	189.1
5月	108.5	19.2	61	3.7	北	205.7
6月	74.5	24.5	68	3.4	南西	158.8
7月	413.0	26.9	77	3.1	南南西	182.9
8月	80.0	27.9	71	3.3	北	201.5
9月	194.0	25.6	71	4.0	北北東	154.9
10月	73.5	19.3	70	4.0	北北東	180.2
11月	78.0	12.5	69	4.1	北北東	149.3
12月	35.0	4.0	73	3.5	北北東	147.8

表 2-7 2006 年の広島の年間気象データ

広島	不快指数	
1月	44	寒い
2月	44	寒い
3月	48	寒い
4月	60	肌寒い
5月	65	快適
6月	73	快適
7月	78	やや不快
8月	78	やや不快
9月	75	快適
10月	65	快適
11月	55	寒い
12月	42	寒い

表 2-8 外気温の不快指数

表 2-7 をひとつずつ見ると、降水量は、3 月、5 月が 100mm を超え、続いて 9 月は約 200mm、7 月には 400mm にもなっている。梅雨時期とされる 6 月は意外にも 75mm と平均並みである。1 月は 12mm と極端に少ないので、雨より雪の降る回数が多いと思われる。平均気温は、表 2-8 も含めて考察すると、5、6 月の初夏と 9、10 月の秋は 20～25℃ くらいで快適な気温であるが、7 月、8 月の気温も平均的には 27、8℃ 程度と、暑すぎて不快というほどまでにはいかない。12 月から 3 月までの冬は、比較的気温が低く、平均的にも寒い毎日である。湿度は 1 年を通じて高めで、風はやや強めの風が吹いているので、冬には冷たい風が吹き、夏は焼けるように暑いのではなく、蒸し暑いことがわかるが、日射と湿度調整をし、風が通り抜けるような工夫をすれば、過ごしやすと考えられる。

表 2-6 開口部の建具、付属部材、庇など

地域区分	方位	建具 (表2-5)	ガラスの 日射侵入率	付属部材				庇・軒	庇・軒+ 付属部材	
				レースカーテン	内付ブラインド	紙障子	外付ブラインド			
Ⅰ・Ⅱ	全方位	①～④	0.66以下	—	—	—	—	—	—	
			0.66超	○	○	○	○	○	○	
Ⅲ	真北±30°	⑤⑥⑨	0.70以下	—	—	—	—	—	—	
			⑤⑩	0.62以下	—	—	—	—	—	—
		⑤～⑩	上記超	○	○	○	○	—	—	—
			上記以外	⑤⑥⑨	0.57以下	—	—	—	—	—
	0.57超	○			○	○	○	○	○	○
	⑥⑩	0.51以下		—	—	—	—	—	—	—
		0.69未満		○	○	○	○	○	○	○
	0.69以上	×	○	○	○	×	○	○		
Ⅳ・Ⅴ	真北±30°	⑪⑫	0.60以下	—	—	—	—	—	—	
			0.60超	○	○	○	○	—	—	—
	上記以外		0.49以下	—	—	—	—	—	—	—
			0.66未満	○	○	○	○	○	○	○
0.66以上	×	○	○	○	×	○	○			
Ⅵ	真北±30°	⑬	0.66以下	—	—	—	—	—	—	
			0.66超	○	○	○	○	○	○	○
	上記以外		0.49以下	—	—	—	—	—	—	—
			0.49超 _{※2}	○	○	○	○	○	○	○
			0.49超 _{※3}	×	×	○	○	×	○	○

※1 外付ブラインドおよびオーニング、サンシュード

※2 遮熱複層ガラスまたは熱線反射ガラス

※3 遮熱複層ガラスまたは熱線反射ガラス以外

凡例 ○：いずれかが必要 —：不要 ×：不可

3 章 自然エネルギーの利用

快適な住生活を考えるとき、まず思いつくことは冷暖房であると思う。夏涼しく、冬暖かくする方法として、空調機等の設備で機械的に制御することと、パッシブデザインによって建物の向きや材料の選択、断熱、日射量の調整、換気による通風などがある。

機械的に行う方法は、限りある資源の有効活用を行う面から、また、ランニングコストの面からも制約され、省エネルギー対策が必要になり、地球温暖化対策の面からも規制されなければならない。自然エネルギーを利用して室内の温熱環境の調整、通風・換気計画、外断熱工法による室内からの蓄熱、輻射、緑化による日射量の調整などを図る。

3-1 温熱環境

パッシブデザインを考える上で温熱環境要素は極めて重要である。

人は、自身で熱を生産し放散しているので、熱的に快適であろうとすれば、単に気温や湿度だけではなく気流や放射熱を調節することも重要であることがわかる。古典的な図表で有効温度図（図 3-1）という気流が体感にどのように影響するかを知るのに役に立つものがある。

気流が大きいほど夏期には涼しく、冬期にはより寒く感じることは言うまでもない。夏に自然風によって涼感を得るためには、その地域の最多風向の側とそれに対向する側に開口部を設けるのが良い。

冬の場合は、窓ガラスや外壁が著しく温度低下するので、その面に触れた空気が冷やされて、床の方向に流れる。せっかく室内全体が快適な温湿度状態であっても、このような局部的な不快感を与える要因があると、快適とはいえなくなる。窓ガラスや外壁の断熱化によって、温度低下を防いだり、暖房の放熱器を窓際におくことで、この冷気を防ぐようにする。

放射熱は、安静時の熱放散の約半分に影響を与えるので、これを調整する意義は大きいといえる。冬期の床暖房も、放射暖房である。床の熱が空気を暖めるのと、床に身体の一部が触れるので暖かいとも考えられるが、床暖房は主として放射熱の調整をする暖房方式

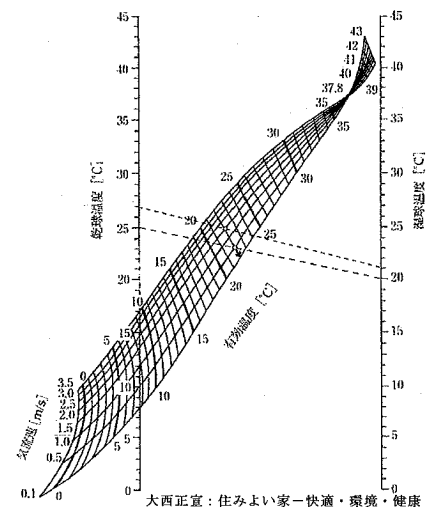


図 3-1 有効温度図

である。床の表面温度は、長時間の接触によって低温やけどを起こさないように 29℃以下にしなければならない。皮膚の表面温度よりも低い温度で床の表面温度を高めることによって、身体からの熱放散のスピードを緩め、それにより暖かさを感じるのである。

温熱環境を表す指標のなかに、気温に放射の影響を加えた作用温度というものがある。作用温度は、室内気流が静穏のとき、室温と平均放射温度の平均値で与えられる。平均放射温度は、室内中央付近であれば、天井、壁、床などの平均温度と考えてよいのだが、温度の高い面または温度の低い面に近づけば、平均放射温度はやや上下する。冬期について考えてみよう。たとえば、室温が 22℃でも平均放射温度が 12℃なら、作用温度は 17℃にしかならないが、室温が 18℃でも平均放射温度が 20℃なら、作用温度は 19℃になる。つまり、放射環境が良好なら、気温が低くても暖かく感じるということである。

室内の上下温度の差を小さくすることも重要だ。イスに座った状態で、足と頭（床上 1.1 m 程度）の温度差は、3℃以内に抑える必要がある。壁体などの断熱性を高めると、熱損失を小さくするだけでなく、壁の表面温度が室温に近くなり、室内空気の上下温度の差もほとんどなくなるので、体感上好ましい環境となる。

■熱損失というもの

冬に暖房をして室内空気の温度を上げても、暖房を止めればしだいに室温は下がっていく。これは、窓の開閉や隙間風によって暖気が外気と入れ替わる「換気熱損失」と、壁面などを通して室内の熱が外気側に流れる「貫流熱損失」による。

古い木造の住宅では、建物内部の空気の全量が、1 時間に 1 回か 2 回入れ替わっている。高気密住宅や鉄筋コンクリート住宅では、自然に入れ替わる量はこの 10 分の 1 程度と極めて少なくなっているので、衛生を保つために、1 時間に半分くらいが入れ替わるようにしている。その入れ替わる空気量を換気量といい、換気量と建物内外の温度差に比例して熱が出ていく。いうまでもなく、気密性を高めるほど、換気熱損失は小さくなる。

■貫流熱損失

貫流熱損失とは、壁の隙間から熱が逃げるのではなく、熱が壁を貫き流れるということである。冬期の暖房時には、室内の空気の熱は外壁の内側表面に伝わり、その熱は壁体内の材料中を順に伝わって、外壁の外側表面から外気に逃げていく。このとき、空気から壁表面へまたは壁表面から空気へ熱が伝わることを「熱伝達」、材料中の熱の移動を「熱伝導」、

これらを合わせた熱伝達、熱伝導、熱伝達の全過程を「熱貫流」という。貫流熱損失を小さくするには、材料中の熱伝導をなるべく小さくすればよく、そのためには断熱材料を用いることが有効である。

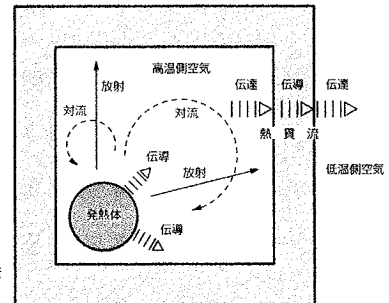


図 3-2 熱貫流

大西正宣：住みよい家－快適・環境・健康

■パッシブクーリング

パッシブクーリングとは、建築的に通風や夜間の放射冷却、あるいは地中冷熱を利用したりして夏期の冷暖房負荷を低減する方法である。通風に関しては地域の風の挙動を把握して、開口部や間取りの工夫で室内に風の道をつくる。また、夜間の放射冷却を利用し、換気などによって建物に蓄冷する方法も有効である。

<パッシブクーリングのための設計技法>

基本的には

- ・室内に侵入する熱の最小化
 - 直接日射の遮蔽（天空光、反射光による採光）
 - 照返しの防止
 - 屋根、壁の断熱
- ・放熱の促進
 - 冷気の導入
 - 冷輻射の利用
 - 室内熱の速やかな排出（排気、換気）
 - 通風による体感効果の促進
 - 夜間輻射による冷却効果の促進
 - 蒸発潜熱による冷却効果の促進
 - 大地への熱吸収
- ・適切な蓄熱
 - 蓄冷用部材
 - 蓄冷槽

の 3 つの組合せである。クーリングの個々の技法には、相互に矛盾するものが少ないが、パッシブヒーティングの技法との組合せには矛盾する場合が多い。

■パッシブヒーティング

パッシブヒーティングとは、冬期に太陽エネルギーを直接建物内に導入して熱的に利用し、暖房負荷を軽減する。南面を集熱面として、太陽熱を壁や床に蓄熱し、日没後もその輻射熱を利用する。蓄熱体には、コンクリートや砕石、モルタル、レンガ、タイル、ブロックなどがある。ただし、夏期の日射制御のためには工夫が必要である。

<パッシブヒーティングのための設計技法>

基本的には

- ・ 取得できる熱の最大化
 - 日射からの効率的な集熱
 - 発生熱の回収、再利用
- ・ 熱損失の最小化
 - 輻射による熱損失の最小化
 - 伝導による熱損失の最小化
 - 対流による熱損失の最小化（気密化）
 - 換気による熱損失の最小化
- ・ 適切な蓄熱
 - 蓄熱用部材
 - 蓄熱槽

の3つの組合せである。構成の手順が設計であるといえる。組合せ方は無限に考えられるが、組合せの要案（単一の目的のための技法—個別的な技法）を整理し、デザイン・ボキャブラリーとして提示することができる。個別的な技法は、互いに矛盾する場合があるが、どのように組合せるかは設計者の判断による。

3-2 夏期のパッシブ計画

パッシブクーリングの設計技法をふまえたうえで、住居が涼しいための条件を満たすための工夫をする。

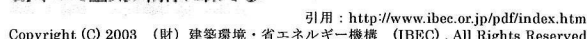
■気密性と開放性

住まいの気密性を高めることとは、壁や天井、床などにおいて、部材と部材の間に生じる隙間をできるだけなくすことを意味する。

室内の空気清浄性についていえば、次世代省エネ基準で、必ず給排気のための換気口が設けられ、計画的に換気が行われるため、室内の空気はきれいに保つことができる。

気密性が低い住まいは、絶えず家中の空気と外気が入れかわっていることになり、暖め

気密性が問題になるのは夏期の冷房時と冬期の暖房時である。また、大気汚染がひどい地域や花粉症の人にとっての花粉の季節は、閉めきることになるかもしれない。この場合は、換気口に高性能フィルターを内蔵した換気設備を用いるのが良い。



十分な通風を得るためには、開口部を大きくすることも重要である。大きな開口部を設けると、ガラスの熱貫流率が大きくなるので、

	広島		安下庄	
	平均風速	最多風向	平均風速	最多風向
	m/s		m/s	
1月	3.7	北	1.7	北東
2月	3.6	北	1.9	西南西
3月	3.7	北	1.8	南西
4月	3.7	北	2.3	南西
5月	3.7	北	1.9	南南西
6月	3.4	南西	1.2	南南西
7月	3.1	南南西	1.5	南西
8月	3.3	北	1.3	南西
9月	4.0	北北東	2.1	南西
10月	4.0	北北東	1.8	南西
11月	4.1	北北東	2.2	北北東
12月	3.5	北北東	2.2	西南西

表 3-1 広島と安下庄の平均風速と最多風向

複層ガラスとすることは必須条件である。閉めるときはきっちりと閉めきり、開けるときは大胆に開放する。気密性と通風は、矛盾することではない。

密集市街地で風通しが悪い場合には、採風装置を取り付けるなどして各室に風を呼び込み、換気と室温調節をする必要がある。

<風通しをよくする窓の位置の選定>

風通しをよくするには、なるべく大きい窓を建物外の風の方角に対して風上側と風下側に設けるのがよい。風下側がふさがれていれば、通風は非常に悪くなる。風下側に窓がなくても風向きに沿った側面に窓があれば、いくらか風は通るが、風の通り道が偏ってしまう。図 3-4 に示すように、窓の位置の高さによっては、風は天井近くだけを通り抜けることになり、居住者の涼感にはあまり役立たない。

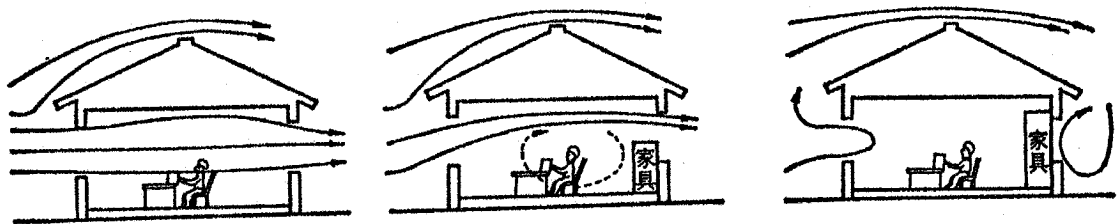


図 3-4 立面的な風の通り方

風通しをよくするには、上記のように窓の位置を選ぶことと、窓の大きさを広げることが最も有効であるが、このほか、建物の付近に生垣や塀をつくったり、庇などを設けることによって、窓の位置に制限がある場合を救済することができる。また、自然の風は、地面から高い場所ほど速度が大きいので、涼しくする必要のある室を、2 階や 3 階に設けるということもよい方法である。

夜間も就寝時に気流がないと寝苦しいので、換気窓などを開いて微弱な気流が得られるようにするのがよい。

■日射熱の調整

太陽から地表に到達する日射量は、季節や時刻によって異なる。もちろん、晴天か曇天かによって大きな差はあるが、夏期の日射からは多量の熱が室内に侵入する。

窓からの直接の日射以外にも、屋根や壁に日射が当たると、屋根や壁を通して熱伝導によって室内にかなりの熱が侵入する。とくに、屋根面に当たる日射量は非常に大きく、面

積も広いので、その影響は非常に大きい。また、日射を受けた地表や建物周辺の地物からの反射光と、温まった地物からの輻射熱が複合して起こる照り返しがある。日射熱は、言うまでもなく冬期には十分利用しなければならないが、夏期にはできるだけ室内に侵入しないようにしたい。

室内を快適にする不可欠な日除け装置をブリーズソレイユという。古くから日本に伝わる伝統的な民家の深い軒や庇も夏の厳しい日射を遮るための日照調整装置である。

他にも、図 3-5 のような水平ルーバー、たて形ルーバー、ルーバー庇などがある。簾やよしずなども風情ある日本の日照調整装置である。屋内に設けるカーテン、ブラインド、ロールスクリーンなどもこれらにあてはまるが、装置が外にあるものと内にあるものでは、日射の遮蔽率が大きく違ってくる。また、水平ルーバーやルーバー庇は、太陽高度が高くなる南面で効果を発揮するが、西日を遮るにはたて形ルーバーが適している。

ルーバーを壁面全体に覆うように用いる方法もあるが、これは後に述べる壁面緑化と同じ効果がある。

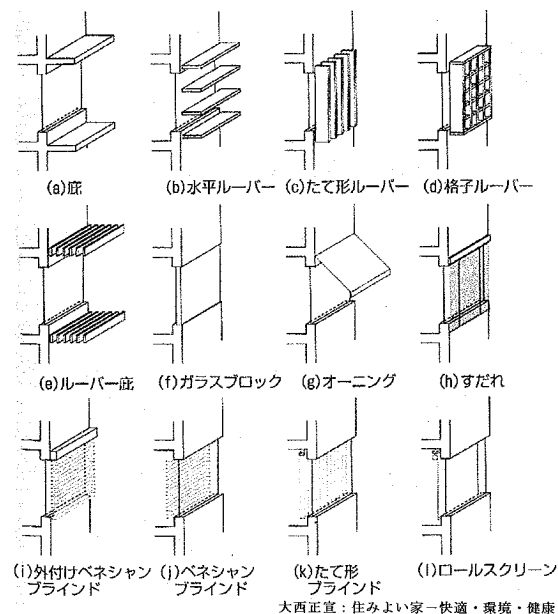


図 3-5 日射調節装置

■緑化による日射の調節

植物は日中太陽の光を受けると、光合成によって二酸化炭素を吸収し、酸素を放出する。また、日射が強いと、葉の温度を下げるために気孔を開き、水分を蒸発させる。これを蒸散といい、地面からの水分蒸発と合わせて、蒸発散作用ということがある。夏には木陰をつくり、この蒸発散作用と相まって涼しさを得ることができる。

<屋上緑化>

屋上を緑化することで、建物の遮熱効果が高まる。遮熱の効果は、土の種類、厚さ、その含水率、および植栽の生育状況によって異なる。夏期の蒸発散により、人工芝と比べて20℃以上葉先の表面温度が低下する。このようなパッシブクーリングの効果に加えて、屋根周辺の微気候を緩和したり、防水層を熱的に保護するなどの効果がある。これらの総合

的な効果により、夏期の屋上直下階において、緑化層の有無により 10～15℃の温度差が生じることが実測されている。(図 3-6)

<屋上緑化の留意点>

屋上を緑化する場合は、「荷重、防水、環境圧」という 3 つの問題点に留意しなければならない。

屋根に土を載せるので、荷重は通常より大きくなり、建物全体の構造に負担をかける。土壌の厚みは植物の種類によって異なる。芝生で 10cm 程度、草花で、15～20cm 程度となる。自然土壌の荷重は、1 m²あたり、厚み 10cm で 160kg、厚み 40cm では 640kg にもなる。しかし、人工軽量土壌を使用すれば、その荷重は自然土壌の 2 分の 1～3 分の 1 となり、保水性もよいので、厚みも 3 割～5 割減となる。

防水は通常よりも丁寧に施工し、耐根フィルムと排水層を必ず設ける。押さえコンクリートのかわりに防水層保護のための耐衝撃性シートや金属メッシュなどを設けることもできる。押さえコンクリートを用いないことで、荷重は 1 m²あたり 100 以上軽減できる。

3 つめの環境圧とは、人工環境であることによる悪条件をいう。

<壁面緑化>

建物側面の日射側を落葉性のつる性植物で緑化することで、夏期の日射を遮り、建物の熱負荷を下げるができる。逆に冬期には落葉し、日射を採り入れることができる。また、植栽と壁面の間に空気層を設けることによって、その効果が高められると同時に、壁面のメンテナン

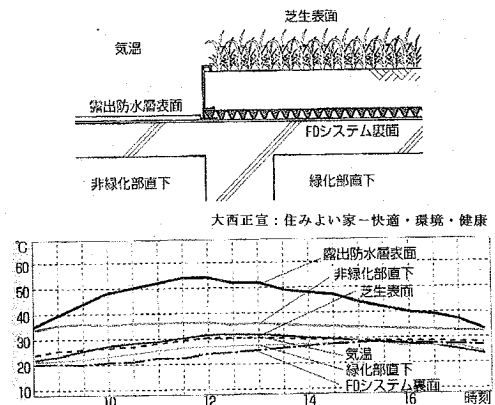


図 3-6 屋上緑化の断熱効果

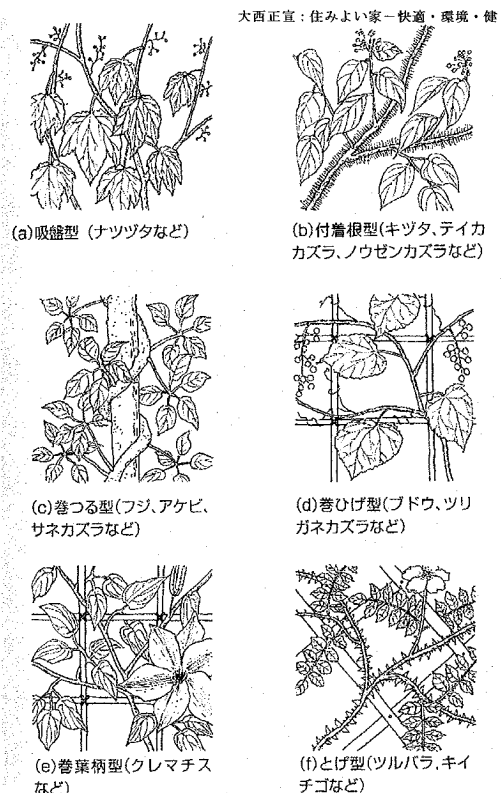


図 3-7 つる植物の分類

スが容易になる。

つる性の植物には、ノウゼンカズラやクレマチスのように美しい花を咲かせるもの、キウイやブドウのように実をつけるもの、ナツツタのように紅葉するものがあり、単に緑で壁面を覆うというだけではなく、いろいろな楽しみを与えてくれる。

図 3-7 のように、吸盤や付着根で壁面に張り付いて登はんするものもあるが、巻ひげや葉柄をフェンスや登はん補助材などにかからめながら登はんするものが好ましいといえる。

3-3 冬期のパッシブ計画

■太陽エネルギーの利用

太陽の熱や光を利用する場合は、太陽の年間を通じての動きを知ることが必要である。地球は公転面に対して地軸を少し傾けて太陽の周りを公転している。そのため、地球から見た太陽の位置は図 3-8 のように季節によって大きく変わる。

夏至の太陽は、真東より 30 度ほど北から出て、真南にきたとき（南中時）には天頂に近い高度 80 度を通して、真西より 30 度ほど北に沈む。春分と秋分の太陽は、真東から出て真西に沈むが、南中時の太陽高度は約 55 度である。冬至の太陽は、真東より 30 度ほど南から出て、南中時の太陽高度は約 30 度までしか上がらず、真西より 30 度ほど南に沈んでいく。

<日射量の年変化>

このように太陽の位置は季節によって大きく変化するため、建物の各面が受ける日射熱も、図 3-9 のように季節によって大きく変化する。図の中の直達日射とは、大気を透過して直接地表に届く成分をいい、天空放射とは、大気で散乱して地表に届く成分をいう。この図を見ると、水平面は夏の日射が極

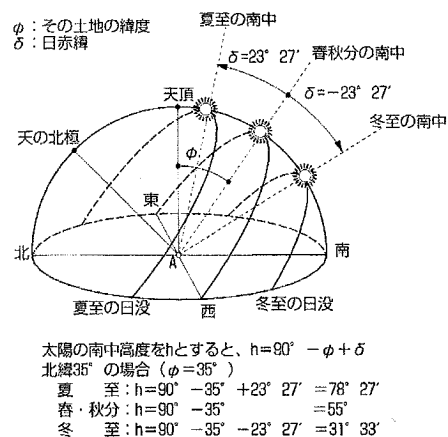


図 3-8 太陽の軌道

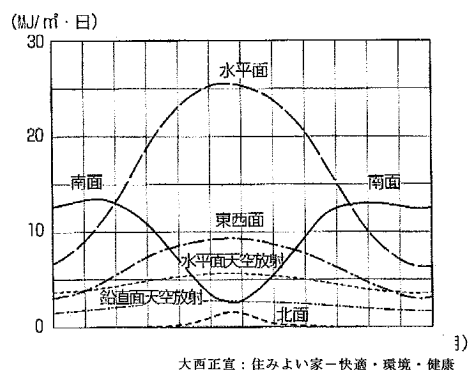


図 3-9 日射量の年変化

めて大きく、冬はそれほどでもないので、この面すなわち屋根面の遮熱と断熱が重要であることがわかる。また、南面は冬の日射熱が大きく、夏は小さいので、開口部を大きくとることが有効である。

■ダイレクトゲインの利用

ガラス窓を透過して室内の床や壁を直接温める日射熱をダイレクトゲインという。冬期の太陽の南中高度は30～45度であるので、ダイレクトゲインを得る場合には、図3-10のように十分な南空気を確保する必要がある。

ダイレクトゲインを受ける面は、蓄熱できる材料が好ましい。先のパッシブヒーティングでも述べたように、コンクリートや碎石、モルタル、レンガ、タイル、ブロックなどで、放熱面以外を断熱材で包み、ほかの面からの放熱がなるべく少なくなるようにする。

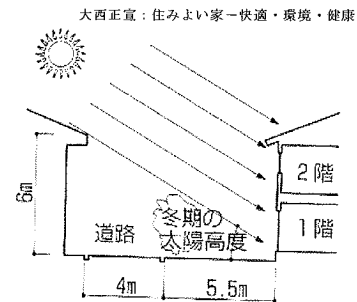
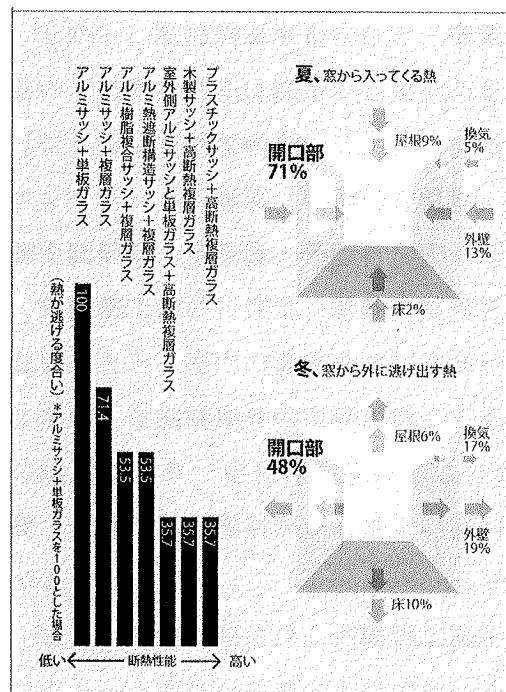


図3-10 ダイレクトゲインを得るための南空きの例

■窓の断熱・保温



出典/日本建材産業協会

図3-11 ガラスの断熱性能

窓は他の部材に比べて熱貫流率が大きいため、ガラスを通して出入りする熱エネルギーも大きくなる。窓ガラスから得られる日射は床などに吸収されて熱源となり、特に冬期には自然暖房としての重要な役割を果たす。その一方で、窓ガラスを通して熱が逃げていくため、それをいかにして抑えるかが重要な課題となる。

<ガラスの断熱手法>

建築物の窓で用いられる窓ガラスの厚さは約5～10mm程度であり、他の壁体に比べると非常に薄い。ガラス自体の熱伝導率はそれほど大きくないが、建築部材として使用されるときは厚さは薄いため、断熱性の向上には複層化が基本となる。

図 3-11 を見ると、透明ガラスが 1 枚の場合に比べ、複層ガラスにすることで、熱の逃げやすさを約半分にまで減らすことが可能になることがわかる。また複層ガラスの内側に低放射率膜を施すことで、断熱性はさらに向上する。

3-4 外断熱工法

ティーポットをすっぽり包むポットカバーをかぶせると、お茶の時間の間中、紅茶を温かいまま楽しむことができる。建物もこれと同じで、断熱材ですっぽり包み込めば、屋内の熱は逃げにくくなる。たとえばコンクリート住宅の場合、壁からの貫流熱損失は、コンクリート打ち放しの場合に比べ、2.5cm の断熱材を入れると約 3.5 分の 1.5cm の断熱材を入れると約 6 分の 1 になる。

建物の保温の良し悪しは、周壁に用いる建築材料の熱伝導率によって決まる。表は、主な建築材料の熱伝導率であるが、この値が小さいほど断熱性がよいことになる。

木材はコンクリートの 10 分の 1 で比較的、保温性のよい材料である。断熱材は、さらに木材の 3 分の 1 程度の値になっている。断熱材が熱を通しにくいのは、材料中に非常に細かい空気を含むからで、気泡や繊維間の空気が細かいほど断熱性は高くなり、性能のよい断熱材の熱伝導率は、空気の熱伝導率に近くなる。

しかし、断熱材が水を含むと、空気が熱伝導率の高い水に置き換わり、断熱性が低下するので結露などには注意が必要である。

これらに有効なのが外断熱工法である。外断熱工法とは、鉄筋コンクリートの躯体（建物の骨組み、強度にかかわる部分）の外側を断熱材・空気層・外装材ですっぽりと包み込む工法である。

外断熱工法の特徴は、屋外の温度をコンクリートの躯体に伝えないことと、室内の温度をコンクリートの躯体に蓄熱させることにある。冬期間屋外の温度が低くても、室内の温度を必要最小限の暖房により一定に保ち続けることができる。やわらかい床や壁・天井からの輻射熱が心地よい室内環境をつくるのはこのためである。

また、猛暑の夏には、外断熱工法を用いることでヒートアイランド現象の原因となるコンクリート躯体が灼熱の太陽で焼けるように蓄熱することがない。それゆえ、クーラーや除湿機を必要最低限に使用することで、夜になってコンクリートの躯体が熱を放射し、寝

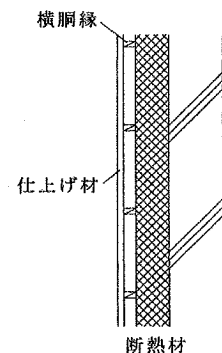


図 3-12 外断熱断面図

苦しい夜になるようなことはない。

現状では、外断熱のほうが従来の内断熱より断熱工事だけの見かけ上のコストはかかり気味となるが、熱的な性能は上がり、躯体の耐久性も上がるなど見えない性能の向上が多く、結果的にはいわゆるC/P比は高いものとなるだろう。全体をひとつの熱的空間ととらえる鉄筋コンクリートの蓄熱層と外断熱との共通する性格により、二者を併せて使うことで、いわば躯体蓄熱暖冷房システムとでもいうべきものができあがる。必要最小限の設備の使用ですむことは、快適な室内気候をつくり、住み手にも環境にも具合が良い。

<外断熱のメリット>

- ・結露がないので、カビやダニの発生を防ぐ
- ・室内の温度が安定し、部屋相互の温度差がない
- ・冷暖房の効果を安定的に長時間持続させるため、省エネ効果が高い
- ・コンクリートの躯体を外気温の変化や酸性雨から守り、耐久性能が高い

<内断熱と外断熱の比較>

	内側断熱	外側断熱
①躯体保護	日射による熱応力を生じ、コンクリート躯体が損傷する。	日射による熱応力が微妙となり、コンクリート躯体が傷まない。
②熱橋※	冷熱橋となり、局部結露などを生じる。熱橋部分の断熱保護処理が施工上あるいは美観上困難。	温熱橋となるため害は生じない。熱橋部分の断熱保護処理が容易である。
③表面結露	暖房停止後の室温が低く、壁表面温度がさらに低くなるため結露しやすい。換気不十分な場合は、結露防止が不可能。	暖房停止時の壁表面温度が高く、また最低室温が高いので結露しにくい。
④内部結露	断熱材の室内側に完全防湿層を設けない限り内部結露は防げない。	室内側には結露しないが、外装材によって断熱材と外装材の境面が結露するので、防湿層を設けたり、換気方法を利用する。
⑤室温変動	室温変動が大きく、特に暖房停止時の温度降下が大きい。夏はコンクリートの蓄熱によってほてりで暑さを感じる。	室温変動は少ない。暖房停止時の温度降下も少なく、室内側コンクリートの熱容量が働き室温の変動を妨げる。

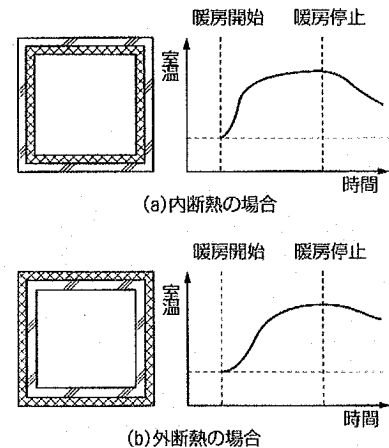
※ 熱橋（ヒートブリッジ）とは、断熱材の内と外を貫いて熱を伝達する部分のこと

＜室温変動＞

内断熱と外断熱では、図 3-13 のように室温変動が異なるが、これにはコンクリートの熱容量が関係している。物質 1kg の温度を 1℃上昇させるのに必要な熱量を比熱という。水の比熱を 1 とすると木材はその 3 分の 1、コンクリートは 5 分の 1、鋼材は 10 分の 1 程度である。

しかし、熱容量は、比熱に質量を掛けたものなので、コンクリートのように重い材料ほど熱容量は大きくなる。また、熱容量が大きいほど、暖まりにくく冷めにくくなる。ちなみに鋼材は、素材としては比重が大きいですが、薄板として用いるので熱容量は大きくない。

図中の (a) は、熱容量の大きい躯体の内側で断熱する内断熱で、この場合、暖房を開始するとすぐ室温が上昇し、切ると比較的早く温度低下することがわかる。(b) の外断熱の場合は、暖房開始後しばらくは熱が熱容量の大きいコンクリート躯体の温度上昇にも費やされるので、室温の上昇は遅くなるが、暖房停止後もしばらくは室温が低下しない。



大西正宣：住みよい家－快適・環境・健康

図 3-13 内・外断熱と室温変化

4 章 計画概要

本研究でのパッシブ建築計画地は、山口県東部にある周防大島町の安下庄とした。気候は温暖で前面に海のある景色のよい場所であるが、両隣を隣家に挟まれた 16×6m と南北に細長い狭小敷地である。

狭小敷地の問題点は、

- ・駐車スペースがない
- ・光が各部屋に届きにくい
- ・住居に十分な庭がない
- ・部屋の間取りが難しい

上記の問題を解決し、加えて気候風土を考慮して、現代のライフスタイルやコミュニティの変化を勘案し、住宅としての基本性質を失わない住宅を設計する。隣地にどのような建築が建とうが、陽光や風が入り、住み手のプライバシーや安全が確保され、より快適な住空間が得られることを重点においた。

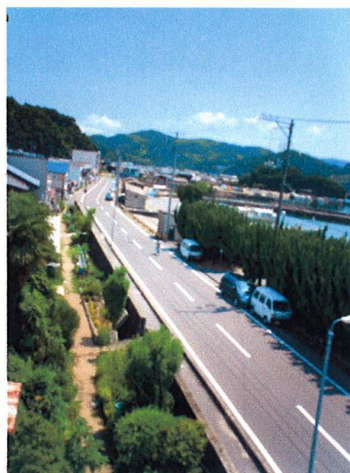


写真 計画地から見た景色

4-1 安下庄の気候風土

山口県東部の瀬戸内海側は内海型に属し、平均気温は高く、降水量は少ない。冬期には、季節風が弱く晴天が多い。図 4-1 は 2006 年の安下庄の地方気象台の観測データである。

	降水量	平均気温	平均風速	風向き
	mm	℃	m/s	
1月	41.0	5.4	1.7	北東
2月	101.0	5.8	1.9	西南西
3月	116.0	7.7	1.8	南西
4月	335.0	12.2	2.3	南西
5月	266.0	17.4	1.9	南南西
6月	356.0	20.7	1.2	南南西
7月	380.0	24.7	1.5	南西
8月	134.0	27.4	1.3	南西
9月	130.0	23.2	2.1	南西
10月	34.0	20.1	1.8	南西
11月	119.0	14.4	2.2	北北東
12月	97.0	8.7	2.2	西南西

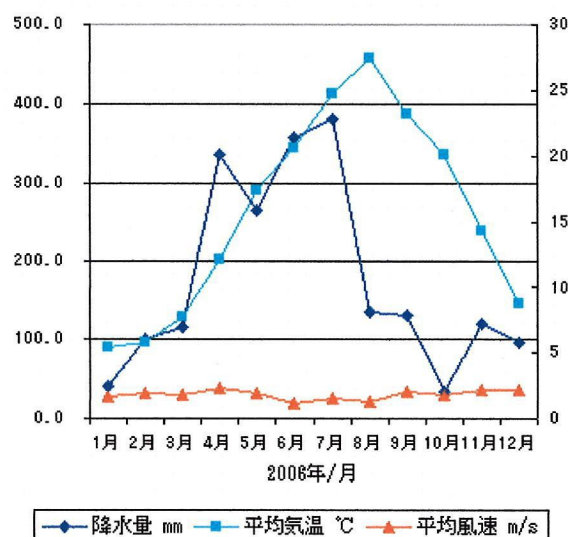
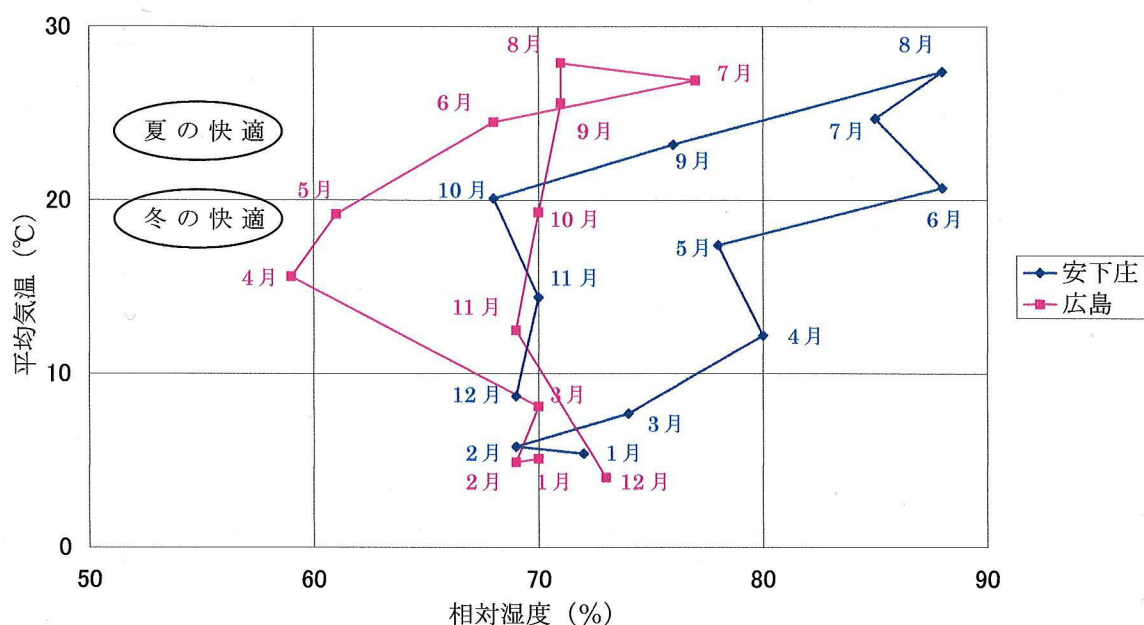


図 4-1 2006 年 安下庄の気候

この図表から読み取れる安下庄の気候風土は、まず、降水量は春から初夏にかけて多少多いが、平均的に少ない。気温も比較的穏やかで、常に微弱な風が吹いているので、厳しい気候条件ではないことが分かる。春から秋にかけては南西の風で、冬期は北東に吹くので、北と東側の部屋の気密性は特に高めたい。

図 4-2 のクリモグラフは、横軸に平均相対湿度、縦軸に月平均気温をとっている。相

図 4-2 クリモグラフ



対湿度とは、ある空気を含むことのできる水蒸気の分圧に対する、その空気実際に含まれている水蒸気の分圧の割合である。この図を見ると、広島に比べて安下庄の夏は特に湿度が高いことがわかる。これは、気温が高く、湿度も高い、特に不快な状態であるといえる。風速のデータを見ると、風はあまり強く吹かないので、いかに日射を極力遮り、効率的に風をとりいれるかが重要である。

4-2 狭小敷地

狭小敷地のほとんどが隣家との隙間がほとんどない住宅密集地になっていて、狭小と、密集、二つのハンデを負っている。このような条件下で、快適な住まいをつくるには、戸外の空間をどう活かすかがポイントである。建物の中の間取りプランだけを考えるのではなく、庭やエクステリアまで含めて計画する。たとえば、居室の面積を多少削ってでも中庭を設けたほうが良い場合もあったり、南側に十分な庭がとれない場合は北側にとり、そこから安定した光をとり入れる。

ただし、プライバシー面には注意が必要である。光や風をとりいれようと、むやみに窓を設けてしまい、隣家から室内が丸見え、などとならないようにしたい。

4-3 設計のコンセプト

現代社会において人間は、住居や地域、都市など、さまざまな生活空間のなかで暮らしている。家庭生活の基盤となる住居には、安全で快適な構造や設備が求められるとともに、住まい手の住要求の変化や地域の生活様式に対応した住空間が必要である。つまり、家族のライフスタイルを踏まえた住宅計画を行う必要がある。具体的には住居内で展開されるさまざまな生活行為（家族の団欒、食事、睡眠、学習、趣味、仕事など）をできるだけ拾い出し、各行為の関連性を考慮しつつ、住宅全体の面積の中でそれぞれの生活行為を行うのに必要な居室（居間や寝室など）や平面要素（玄関、廊下、浴室など）の規模を設定していく。

■窓

室内気候には窓は重要である。冬期には窓は冷却面となり、夏期には窓は太陽の熱輻射を透過するので室の強い温めすぎ（温室効果）を起こすことになる。現在の建築の傾向である大きな窓面をとり入れるには、可能な日除け装置が考究される。

住居の領域では空気の質は室内汚染、外気汚染、室内の臭気の浸出によって悪化される。計画的な換気、通風を行い、大雑把な原則として、1人あたり1時間あたり30 m³の空気の供給量が一般的に認められている。

■ライフスタイルと住宅平面

日本の住宅の居室には和室と洋室があり、起居様式としては床座と椅子座が用いられている。洋室では椅子座が、和室では床座の生活が多い。しかし、最近では居室の種類と起居様式とが必ずしも対応しておらず、家族のライフスタイルや居室の広さによる自由度が高まっている。

住生活の基本的段階では、食寝分離や個室確保、居間の確立、家事スペースの整備などの住要求が住宅平面計画の中に取り込まれて

いく。ライフスタイルは家族や社会の発展とともに変化するから、これを満足させるために増改築や住み替えといった居住状況の改善行為が生じる。住宅規模の拡大によって基本的な住生活が次第に充足していくと、接客や格式、居住者の趣味など、より高度の住要求に応えるための住宅平面が志向される。これらは居住者の住意識やライフスタイル、地域の伝統的文化とも密接に関連している。

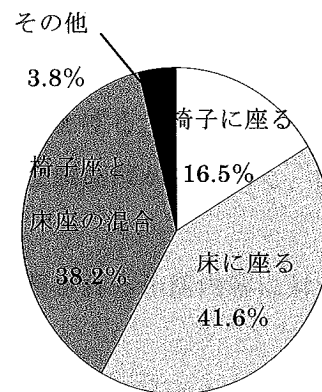
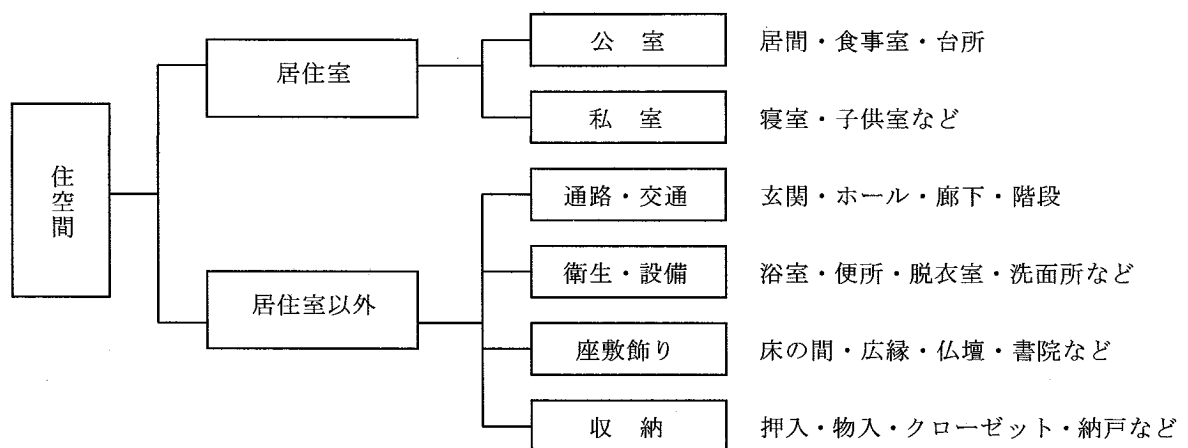


図 4-3 居間の起居様式

<住宅平面の構成要素>



■平面計画

家族の生活に必要な居室や設備という単位空間を確保し、そしてそれらを適切な位置に配置し、相互に結合する作業を通して住宅全体の平面をまとめる。本章では、単位空間から住宅平面へと合理的に計画する基本的な考え方や方法を上げる。このような作業を通じて作り上げていくのは、住宅の空間的な構成という物的な側面ばかりでなく、家族の生活内容そのものであることを忘れてはならない。

同様な居室・設備から構成される住宅でも、そこで展開される生活内容に対する理解の仕方により、幾通りもの住宅平面が形成される。

計画の段階では、まず日常の生活を送るのに支障がない平面をいくつか形成するのが基本である。次の段階として各家庭ごとの独自の生活や個性的な特徴を、住空間の構成として表現することが求められる。

本章では、前者の段階における、平面計画の基本的な考え方が中心である。これらの理論を基本として、実際の計画では、住生活の内容を的確に把握し、形に表現していく必要がある。そのためには、作品の図面を数多く分析し、実際に現地を見学することを通じて、空間を総合的に把握しなければならない。

■ゾーンプランニング

ゾーンプランニングとは、まず類似した性格を持つ居室・設備をまとめたグループを作り、その後、各グループを組織的に配置して平面全体をまとめる方法である。居室・設備のグループは、平面的に見ると、ゾーンを構成していることから、この名が付いている。

ゾーンプランニングでは、居室・設備のどのような性格に着目して分類を行うかが重要である。表 4-1 は、居室・設備と住生活行為の関連性を表したもので、これは「集合的行為」を行うか「個別的行為」を行うかを指標としているが、プライバシーの点から見て「公的な居室」か「私的な居室」か、「静的」か「動的」かなど、さまざまな指標によるゾーニングが可能である。

また、表 4-1 は、同一の生活行為や、類似した生活行為が複数の居室で共通して行われていることが明らかになり、居室にもまとまりをもったグループがあることが分かる。したがって、住宅平面全体は、さまざまな居室・設備で複雑に成り立っているようだが、敷地やライフスタイルに合わせ、いくつかの居室・設備のグループにまとめることも可能である。

表 4-1 居室・設備と住生活行為の関連性

住生活行為 \ 居室の種類		居間	食堂	応接室	和室	書斎	主寝室	子供室	台所	浴室	便所	物入	廊下	玄関
集合的行為	家族の団らん	◎	○		○				○					
	食事	○	◎						○					
	遊びと趣味	○	○	○	○	○	○	○						
	接客	○	○	◎	◎									○
個別的行為	夫婦の就寝						◎							
	子供の就寝							◎						
	仕事・勉強	○	○			◎	○	◎				○		
家事的行為	料理		○						◎					
生理的行為	入浴									◎				
	排泄										◎			
補助的行為	移動	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	◎	◎

◎：特に関連が深い ○：関連がある

この表をみると、人が住むうえで支障のない居室・設備計画を考えることができる。
 まず、居間・食堂・応接室は使用する用途がほとんど同じであるので、大きな一つの空間にまとめることができる。和室は床座であるので、必要であれば設ける。そして書斎・主寝室・子供室は、主寝室＋書斎。子供室（子供がいなければ来客時などの予備室として使用）＋書斎として二つのグループにまとめる。台所や浴室、便所などの水まわりはまったく違う用途を目的とするので個別にするが、台所は動線を考えて、食堂と一緒のダイニングキッチンとしても良い。以上を整理すると以下ようになる。

- ① リビングダイニング 居間＋食堂＋応接室
 - ・明るい光の差し込む開放的な空間とし、できれば中庭やバルコニーへフラットに通ずる外と内のつながりを感じられる場所にしたい
- ② キッチン (リビングダイニングと同空間でも良い)
 - ・収納のたくさんある使い勝手のよいキッチンにする

5 章 設計

■規模

<敷地面積>

96.00 m² (29.63 坪)

<延床面積>

185.00 m² (57.10 坪)

1F 72.50 m² (22.38 坪)

2F 56.25 m² (17.36 坪)

3F 56.25 m² (17.36 坪)

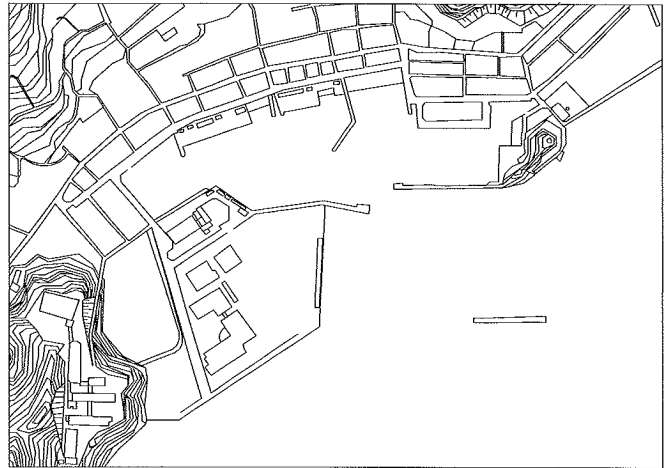


図 5-1 安下庄の地図

■原案

次頁の図 5-2 は最初に図面化した設計案である。

玄関や、風呂、トイレなど使用する時間が短い部屋を光のあまり入らない真ん中に位置し、2F は、リビング・ダイニングの床の高さを 1m ほど下げることによって、天井高のある開放的な空間と、浴室からの外への視線を確保した。また、北側の子供室へは、坪庭的な庭を設け、上には開閉可能な窓ガラスをとることで、光をとりいれられるようにした。

しかし、無理矢理床高を変え、必要な部屋を設けたために、間取りの形が複雑になってしまったので、基本的な案を残したまま、もっとシンプルで機能的な形とするために階段のとりかたを工夫した。

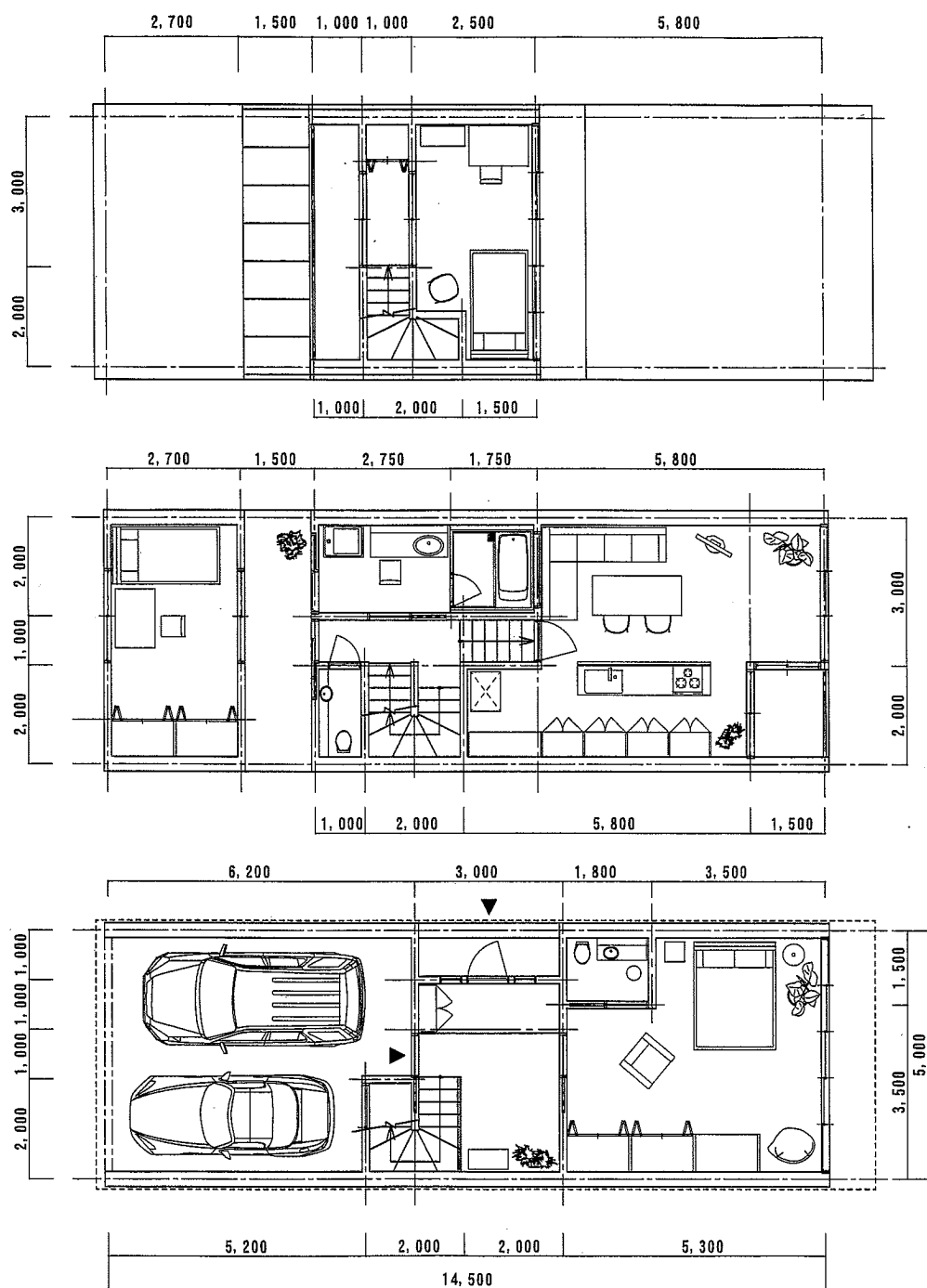


图 5-2 原案平面图

■ 1 F 平面

・車庫

車 2 台も余裕で止められ、天井高も 3.5m あるので、狭々しく感じない。後の空いたスペースには、自転車やバイクなども十分に置ける。エントランスにすぐ出られる出入り口を設けたので、雨が降っても濡れずに車に乗ることができる。

・エントランス

奥行きのあるエントランスは、1F の真ん中にあるため、光をとり入れることが難しいが、西側の壁を抜いて、風と微かな光の抜けるシンプルな印象をもたせる。奥行きを利用して、花や緑などを飾れば、華やかな雰囲気になる。奥には幅のある大容量の収納に、子供の遊び道具や園芸道具などをしまえる。

・玄関ホール

エントランス同様、奥行きのある広々とした玄関である。南面の窓からは明るい日差しが差し込み、厚みの無い単調な階段が、その存在を主張する。

・寝室

子供室として使用する。南面いっぱいの窓を設け、光をたくさん取り入れる。夏期には、部屋の入り口を開け放ち、南から取り入れた風が玄関の換気口まで通り抜ける。約 13 m² + 収納の広々とした子供室である。

■ 2 F 平面

・LDK

約 31 m² の大空間にリビング、ダイニング、キッチンを置き、家族が常に心地よく居られる空間を目指した。南面の大きな窓と、北面のテラスへ通ずる窓が、さらに広い空間に見せてくれる。テラスの上は吹き抜けで、上部に、開閉窓を設けてあるので、風が通り抜けるだけでなく、リビング部分に柔らかな光も届けてくれる。

・洗面所、風呂

風呂にはテラス側に窓を設けたが、スキップフロアで床高が 1m ほど高いので、リビングやテラスからの視線は遮り、光と開放感だけが得られる。

・バルコニー

広々としたバルコニーは、洗濯物や布団を干したり、子供たちのちょっとした遊び場にもなる。3F 部分が半分ほど突き出しているため、屋根として雨の日でも安心である。

■ 3 F 平面

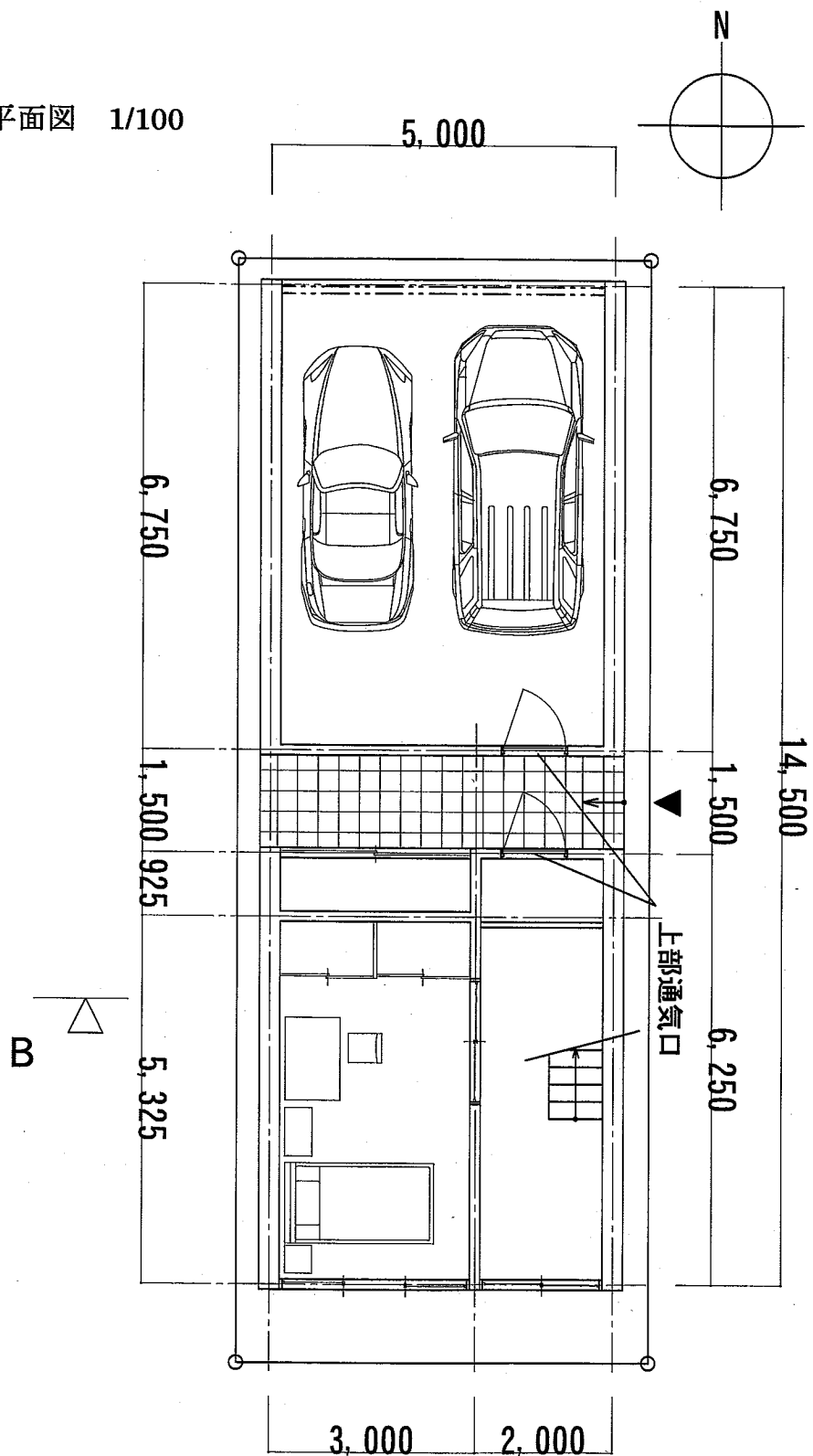
・ 寝室

夫婦寝室は広々21 m²あり、書斎やくつろぎのスペースもとれる。隣接した洗面所には、メイクもできるコーナーを設けた。3F 南側という 1 番快適な場所にあるので、子供たちも集まってくるような空間であると思われる。

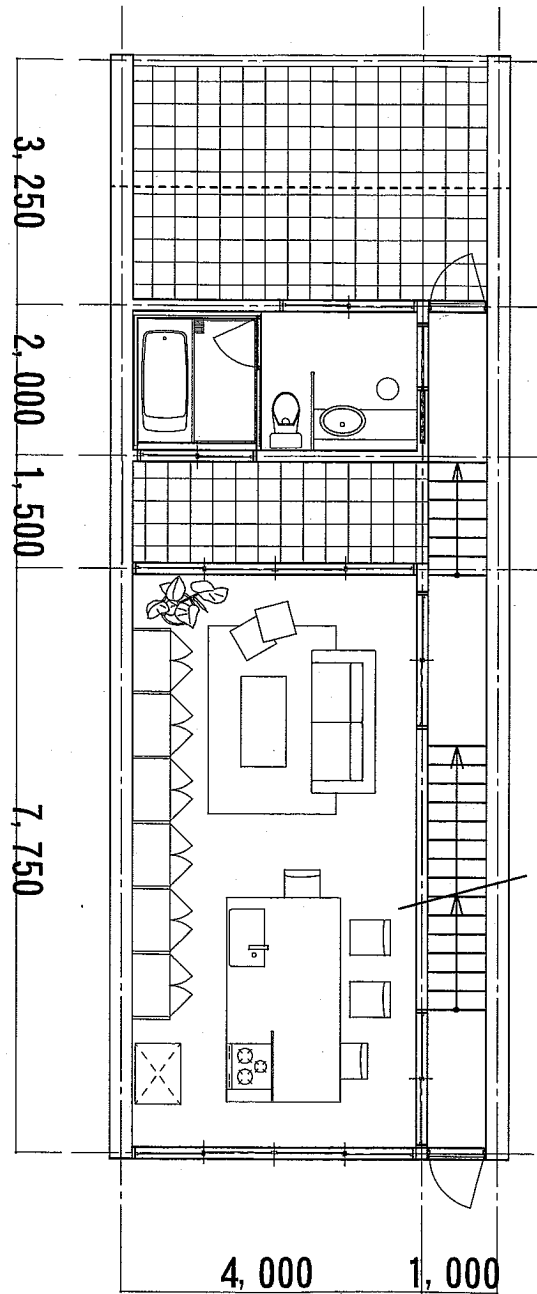
・ 寝室

北側にあるこの子供室は、11 m²と少々狭いが、収納も開口部もたくさんとり、なにより北側という光をとりいれにくい場所に、吹き抜け上部の窓から十分な日差しを確保することができる。

1 F 平面図 1/100

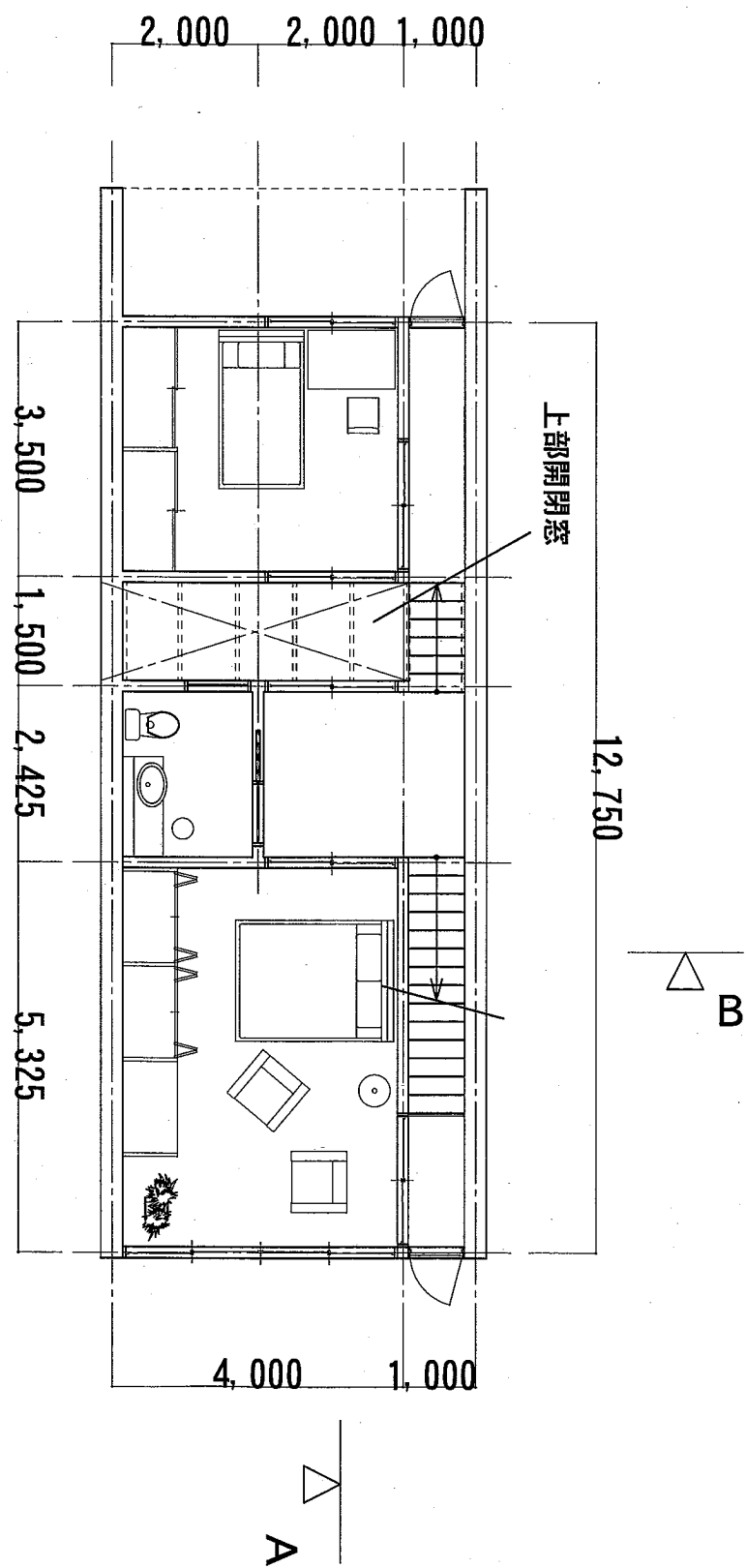


2 F 平面図 1/100



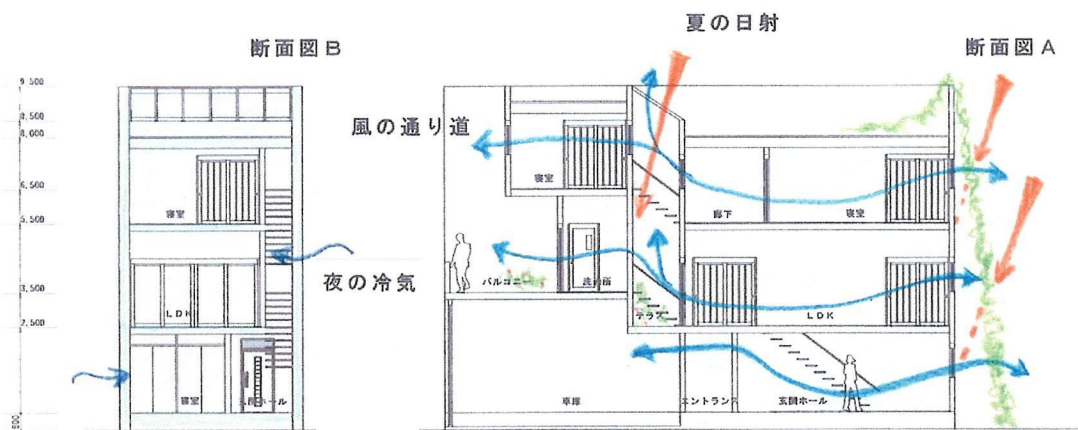
A

3 F 平面図 1/100



■夏の環境計画

夏に自然風によって涼感を得るために、この地域の最多風向の南側とそれに対向する北側に開口部を多く設ける。また、夜間、外気が冷房設定温度以下になった場合、躯体に蓄冷し、日中、涼を得る夜間換気が可能とする。南面や屋上はつる性植物の緑化によって夏の強い日射をやわらげる。



1/200

つる性植物で緑化
夏の日射を遮る

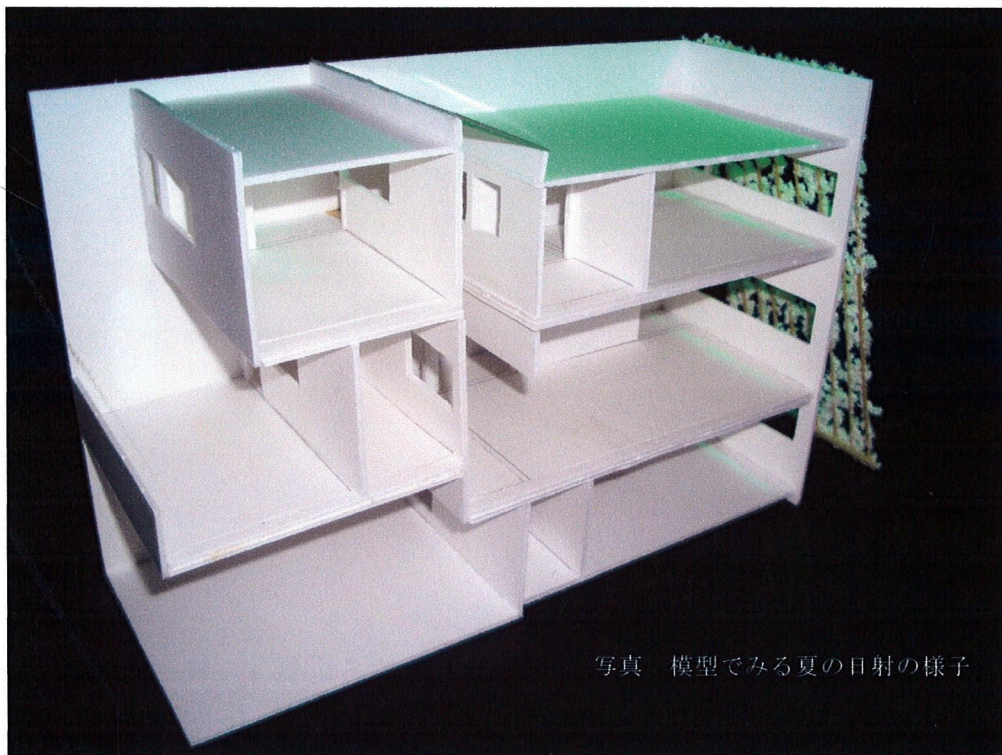
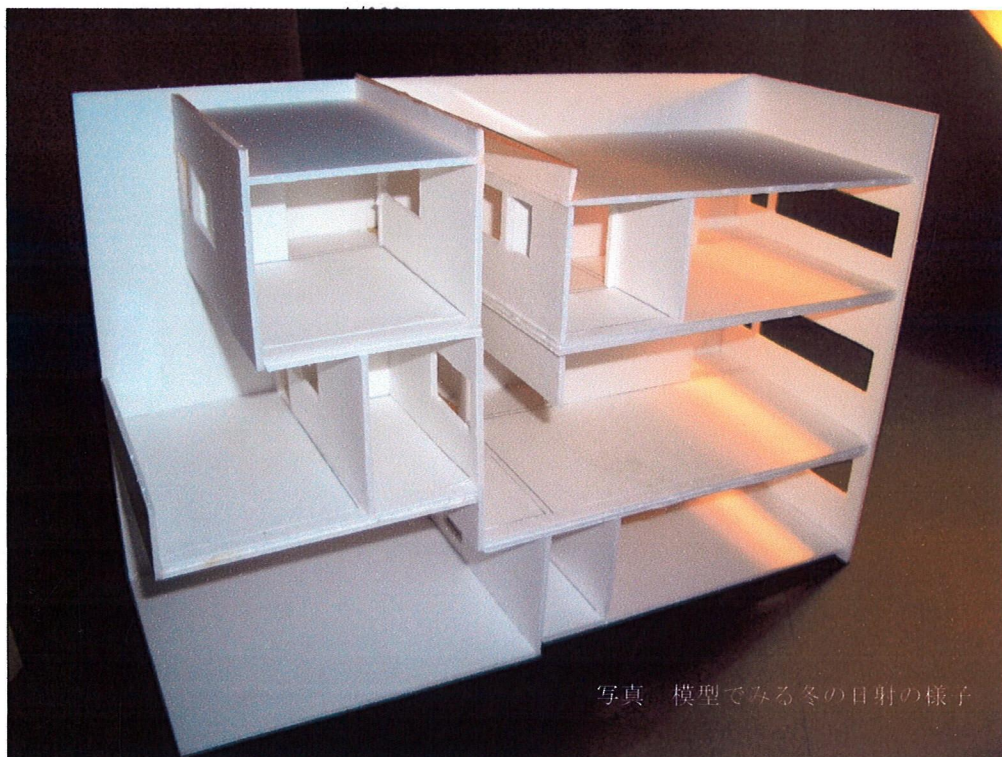
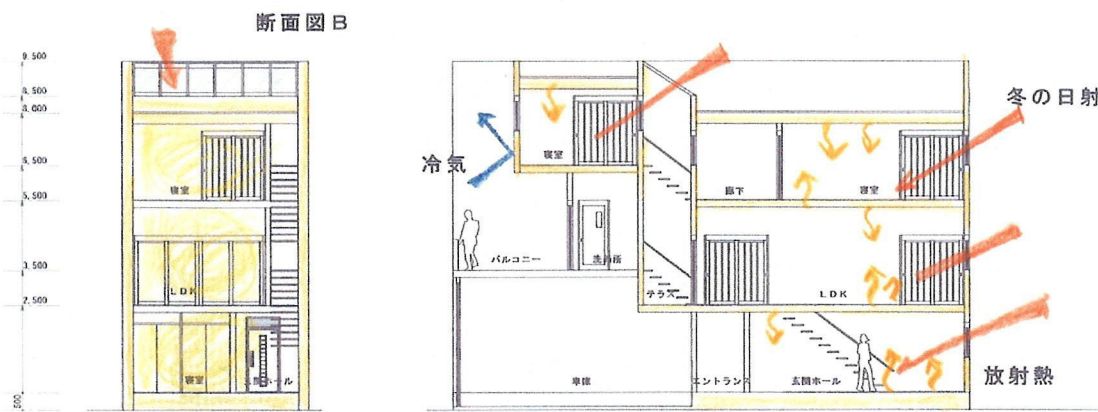


写真 模型でみる夏の日射の様子

■ 冬の環境計画

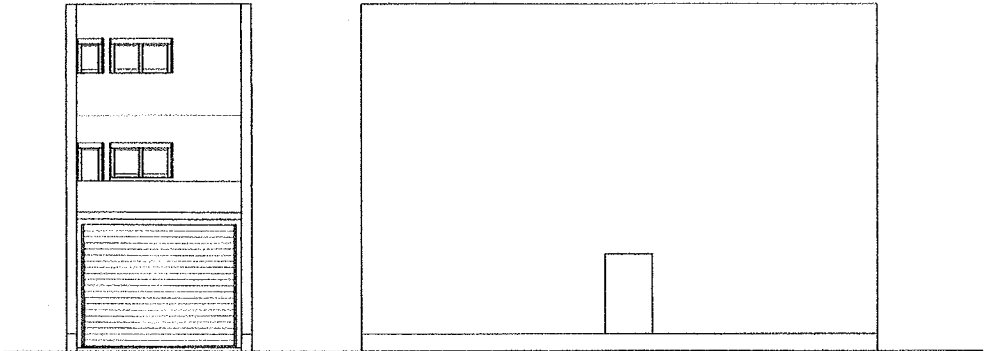
冬の場合は、窓ガラスや外壁の断熱化によって、温度低下を防いだり、暖房の放熱器を窓際におくことで、冷気を防ぐようにする。さらに、日中、室内に入る日射を室内側の壁体に蓄え、夜間放熱するいわゆるダイレクトゲイン方式も採り入れる。そのため、外断熱工法で壁体の断熱性を高め、熱損失を小さくすると同時に、壁の熱容量を利用することで、壁の表面温度が室温に近くなり、室内空気の上下温度の差もほとんどなくなるので、体感上好ましい環境となる。



立面图 1/200

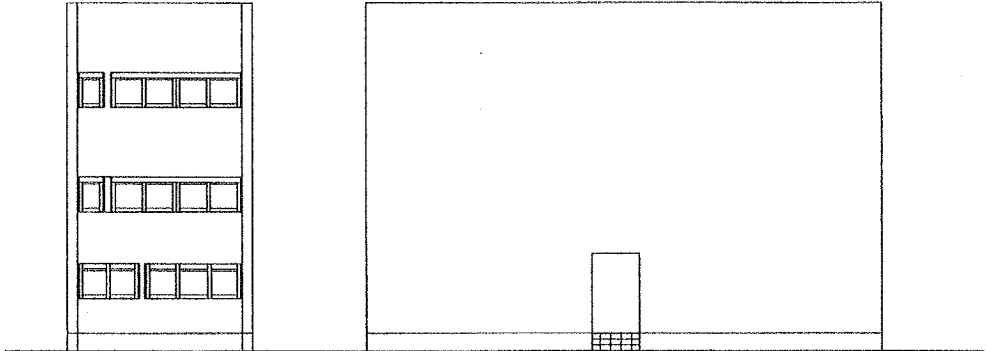
北側立面图

西側立面图



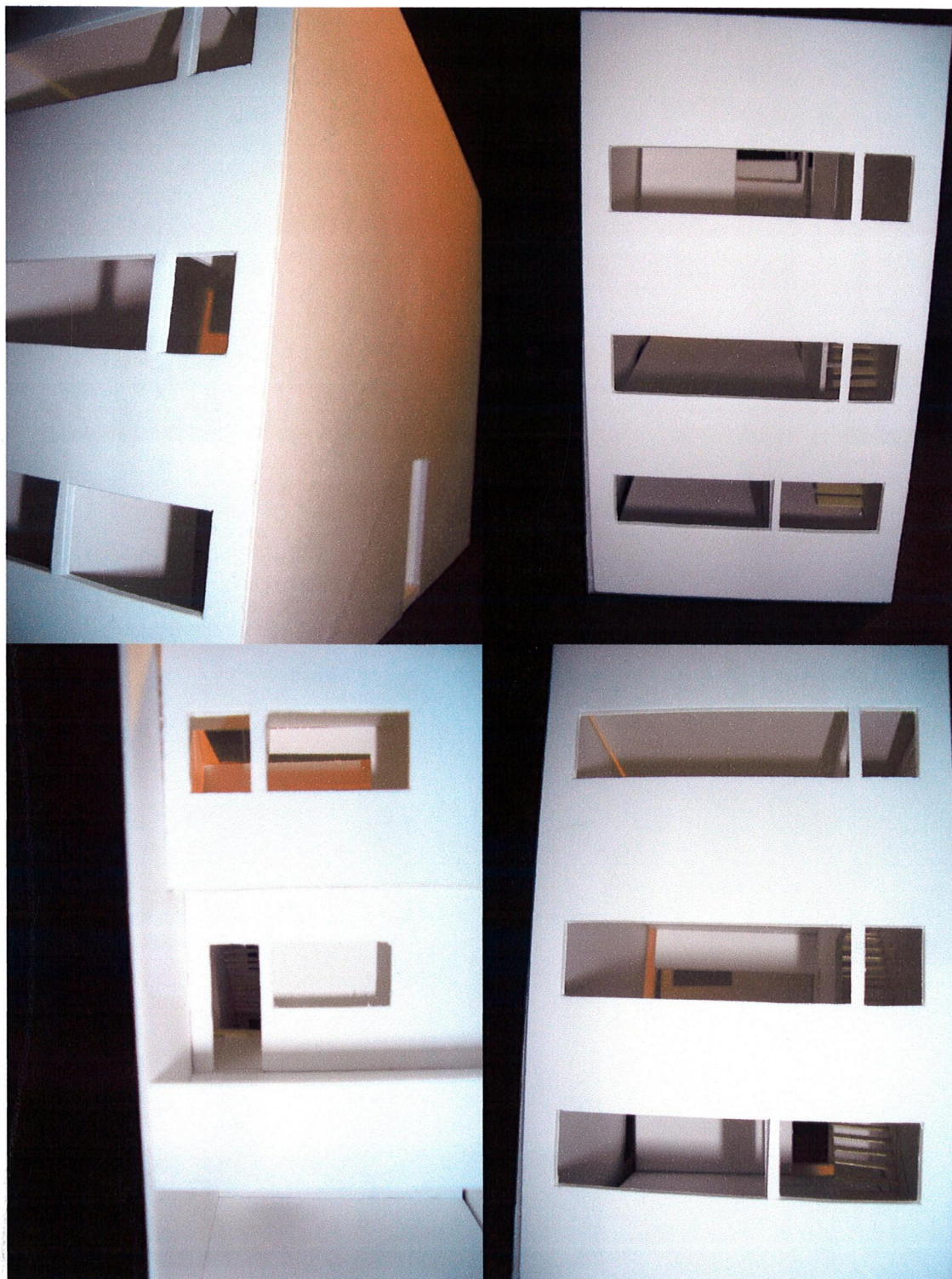
南側立面图

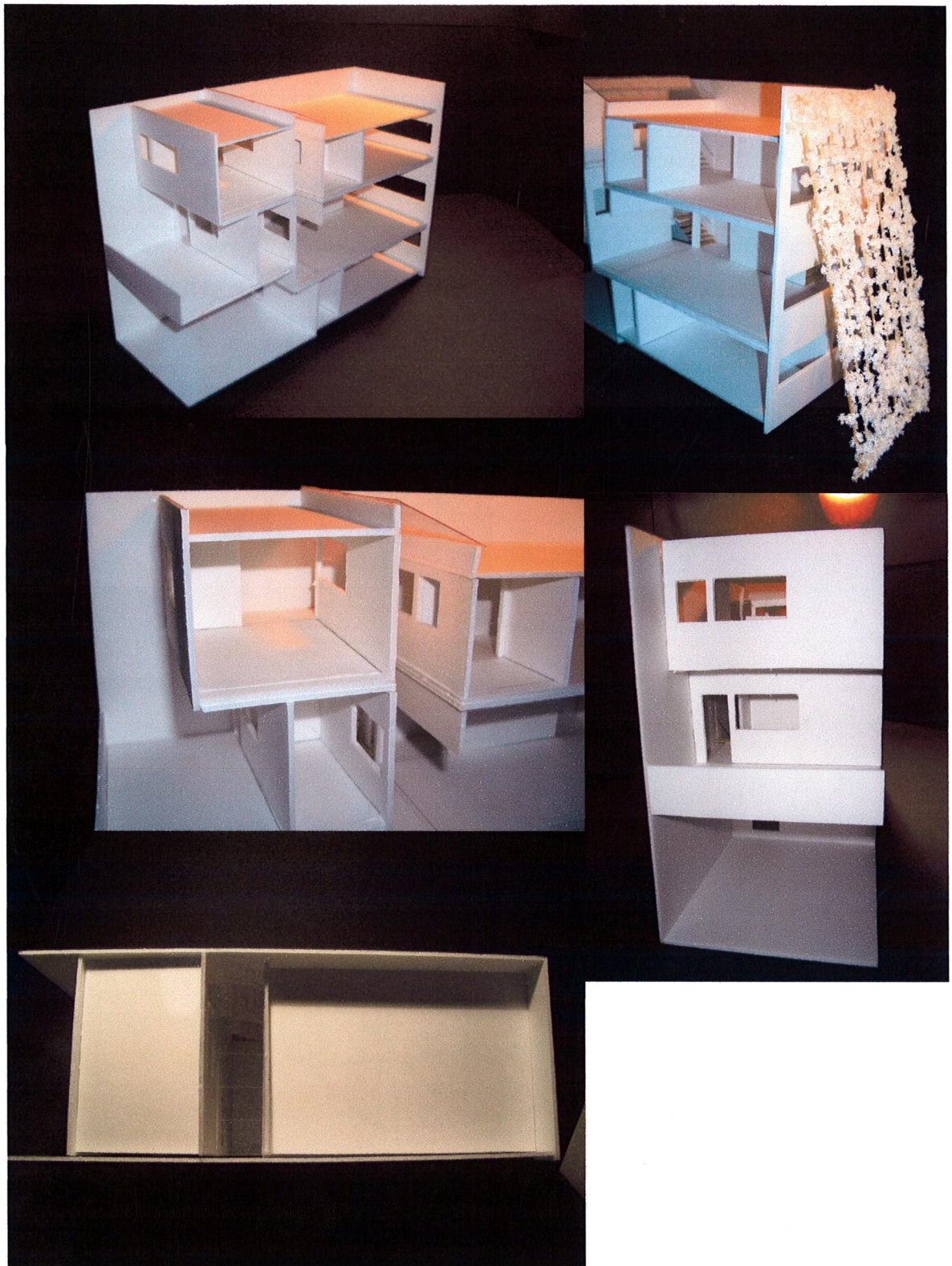
東側立面图



1/200

模型写真





6章 ESP-rを用いた室内環境の性能評価

ESP-r は建物の熱性能、照明と音響評価、エネルギー使用量、室内環境の制御システムなどを行う事のできる統合化されたシミュレーションソフトである。

ESP-rを実行できるOSとしてはSolaris、LinuxなどUnix系のオペレーティング・システムでオープンソースとして対価なしで利用できる。

ここでは、Vine Linux上にESP-rを導入し、実行できる環境を構築して評価に用いた。

図6-1,2,3にESP-rで入力した建物データ(建物の形態)をワイヤーフレームで表示したものを示す。

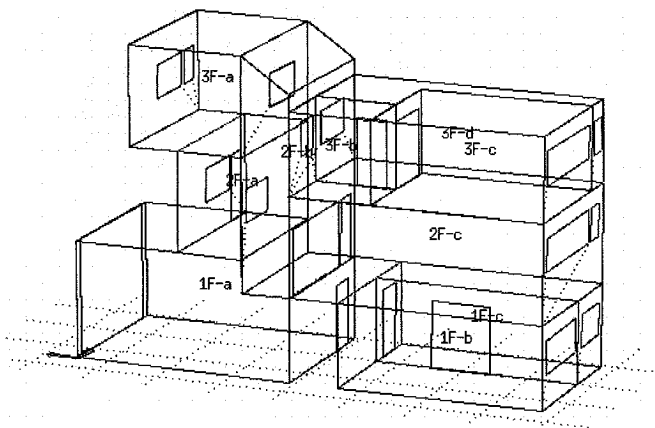


図6-1 建物の概形（西方向より）

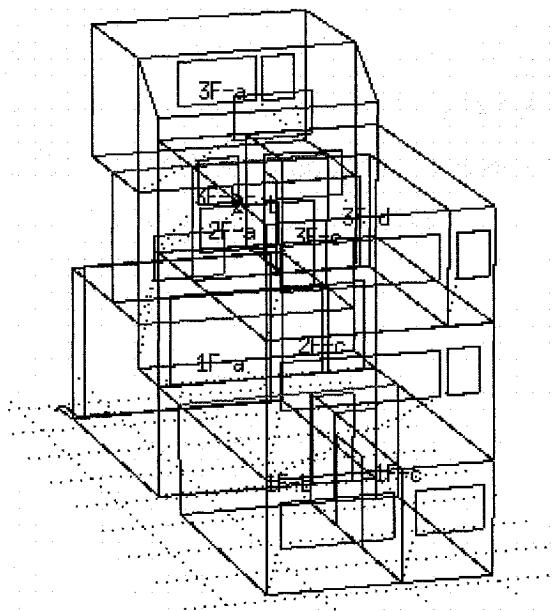


図6-2 建物の概形（南方向より）

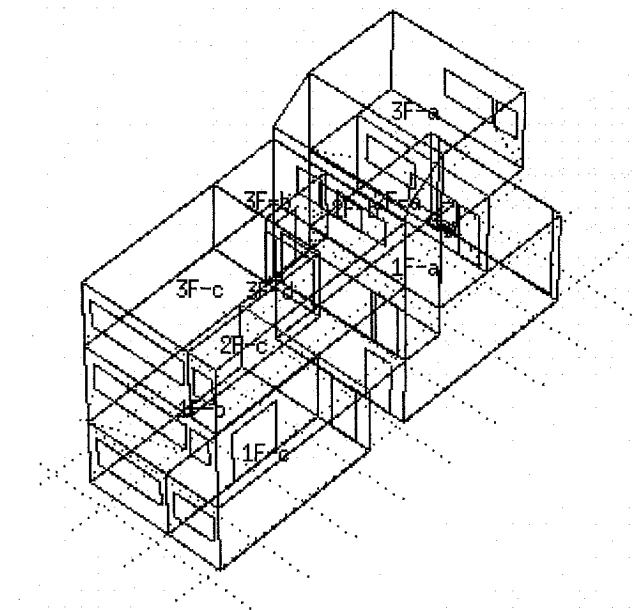


図6-3 建物の概形（東方向より）

建物モデルは複数のゾーン（室：空間）で構成されており、室相互の熱の移動や空気の移動も考慮されており、対価なしで利用できるシミュレーションソフトとしては秀逸である。

シミュレーションソフトの大きな問題点として気象データがあげられる。このソフトはイギリスで開発されたもので、ヨーロッパの気象データは完備されているが、日本のデータは気象データベースには登録されていない。そこで、気象データを変換する機能を用いて、**Energy Plus** という DOE（米国エネルギー省）で開発されたシミュレーション用の気象データを流用した。

■計算に使用した材料および材料厚さ

外壁	20.0	コンクリート
	30.0	空気層
	100.0	グラスウール
	180.0	コンクリート
内壁	12.0	石膏ボード
	150.0	コンクリート
	12.0	石膏ボード
ドア	25.0	オーク材
ドア（車庫）	25.0	アルミ
屋根	12.0	フェルト
	50.0	コンクリート
	50.0	空気層
	100.0	グラスウール
	180.0	コンクリート
	8.0	天井
天井	8.0	天井
	100.0	グラスウール
窓	6.0	板ガラス
	12.0	空気層
	6.0	板ガラス
2・3F床	8.0	フローリング
	30.0	モルタル
	120.0	コンクリート
1F床	8.0	フローリング
	30.0	モルタル
	180.0	コンクリート
	100.0	グラスウール
	30.0	空気層
	30.0	捨てコン
	150.0	基礎
	150.0	土壌

Construction editing				
a	Construction:	extern_wall		
b	General type:	Opaque		
c	Optical properties:	OPAQUE		
	No of layers:	4 (330.0mm thick)		
d	Layers are:	NONSYMMETRIC		
Layer Prim Thick Description				
	ldb	l(mm)	l of material	
i	1	30	20.0	Foamed outer blk(5%
j	2	0	30.0	air 0.17 0.17 0.17
k	3	211	100.0	Glasswool
l	4	21	180.0	Light mix conc
				ISO 6946 U h/u/d 0.291 0.294 0.288
! add or delete a layer				
? help				
- exit this menu				

外壁データ

Construction editing				
a	Construction:	intern_wall		
b	General type:	Opaque		
c	Optical properties:	OPAQUE		
	No of layers:	2 (162.0mm thick)		
d	Layers are:	NONSYMMETRIC		
Layer Prim Thick Description				
	ldb	l(mm)	l of material	
i	1	21	150.0	Light mix conc
j	2	103	12.0	Perlite plasterboar
				ISO 6946 U h/u/d 1.584 1.663 1.489
! add or delete a layer				
? help				
- exit this menu				

内壁データ

Construction editing

a Construction: floor_1
 b General type: Opaque
 c Optical properties: OPAQUE
 No of layers: 3 (158.0mm thick)
 d Layers are: NONSYMMETRIC

	Layer	Prim	Thick	Description
	ldb	l(mm)	l of material	
i	1	21	120.0	Light mix conc
j	2	124	30.0	Cement screed
k	3	75	8.0	floorboards (milton
				ISO 6946 U h/u/d 1.795 1.897 1.674

! add or delete a layer
 ? help
 - exit this menu

2・3F床データ

Construction editing

a Construction: ceiling
 b General type: Opaque
 c Optical properties: OPAQUE
 No of layers: 2 (108.0mm thick)
 d Linked with: ceiling_rev

	Layer	Prim	Thick	Description
	ldb	l(mm)	l of material	
i	1	211	100.0	Glasswool
j	2	151	8.0	Ceiling (plaster)
				ISO 6946 U h/u/d 0.372 0.376 0.366

! add or delete a layer
 ? help
 - exit this menu

天井データ

Construction editing

a Construction: roof_1
 b General type: Opaque
 c Optical properties: OPAQUE
 No of layers: 6 (400.0mm thick)
 d Layers are: NONSYMMETRIC

	Layer	Prim	Thick	Description
	ldb	l(mm)	l of material	
i	1	162	12.0	Roofing felt
j	2	21	50.0	Light mix conc
k	3	0	50.0	air 0.17 0.17 0.17
l	4	211	100.0	Glasswool
m	5	21	180.0	Light mix conc
n	6	151	8.0	Ceiling (plaster)
				ISO 6946 U h/u/d 0.283 0.286 0.280

! add or delete a layer
 ? help
 - exit this menu

屋根データ

Construction editing

a Construction: grnd_floor
 b Ge 外壁
 c Op OPAQUE
 No of layers: 8 (678.0mm thick)
 d Layers are: NONSYMMETRIC

	Layer	Prim	Thick	Description
	ldb	l(mm)	l of material	
i	1	263	150.0	Common_earth
j	2	262	150.0	Gravel based
k	3	122	30.0	Cast conc screed
l	4	0	30.0	air 0.17 0.17 0.17
m	5	211	100.0	Glasswool
n	6	21	180.0	Light mix conc
o	7	124	30.0	Cement screed
p	8	75	8.0	floorboards (milton
				ISO 6946 U h/u/d 0.262 0.264 0.259

! add or delete a layer
 ? help
 - exit this menu

1F床データ

6-1 夏期のシミュレーション結果

2006年7月11日～17日 1F-a,b,c,2F-a,b空間の自然室温変動データ

Period: Tue-11-Jul@00h30(2006) to Mon-17-Jul@23h30(2006) : sim@60m, output@**m (averaged)

Time | Ambient db | 1F-a Res T | 1F-b Res T | 1F-c Res T | 2F-a Res T | 2F-b Res T

	Temp (degC)	(degC)	(degC)	(degC)	(degC)	(degC)
01h00	23.48	23.60	23.87	23.94	24.55	24.15
03h00	23.40	23.52	23.77	23.84	24.41	24.06
05h00	23.54	23.54	23.78	23.83	24.41	24.07
07h00	24.04	23.62	23.97	24.04	24.86	24.35
09h00	24.46	23.87	24.28	24.39	25.31	24.59
11h00	24.19	24.21	24.66	24.84	25.83	24.85
13h00	23.60	24.45	24.93	25.19	26.24	25.07
15h00	23.40	24.47	25.03	25.30	26.42	25.22
17h00	23.14	24.32	24.96	25.20	26.38	25.26
19h00	23.06	23.85	24.39	24.56	25.53	24.76
21h00	23.64	23.74	24.12	24.23	24.97	24.46
23h00	24.55	24.19	24.47	24.54	25.22	24.77
01h00	24.41	24.16	24.39	24.46	25.10	24.70
03h00	25.02	24.44	24.65	24.71	25.30	24.95
05h00	25.29	24.57	24.75	24.81	25.41	25.07
07h00	24.50	24.25	24.56	24.65	25.52	25.03
09h00	23.35	24.11	24.66	24.76	25.80	25.13
11h00	23.23	24.19	24.98	25.09	26.18	25.34
13h00	23.26	24.44	25.29	25.45	26.58	25.55
15h00	23.11	24.51	25.40	25.58	26.77	25.68
17h00	22.94	24.39	25.31	25.48	26.71	25.70
19h00	22.50	23.78	24.50	24.64	25.66	24.96
21h00	22.35	23.20	23.72	23.84	24.62	24.17
23h00	22.46	23.14	23.58	23.69	24.40	24.01
01h00	22.38	23.04	23.41	23.50	24.15	23.80
03h00	22.22	22.90	23.23	23.31	23.91	23.60
05h00	22.19	22.80	23.12	23.19	23.77	23.47
07h00	23.75	23.27	23.70	23.78	24.59	24.08
09h00	24.94	23.79	24.24	24.41	25.33	24.48
11h00	25.66	24.25	24.82	25.02	25.96	24.86
13h00	25.86	24.43	25.35	25.46	26.36	25.24
15h00	25.85	24.59	25.66	25.76	26.72	25.54
17h00	25.34	24.63	25.62	25.79	26.91	25.66
19h00	24.88	24.53	25.21	25.38	26.37	25.44
21h00	24.40	24.32	24.76	24.88	25.61	25.07
23h00	24.04	24.11	24.53	24.63	25.31	24.87
01h00	23.44	23.78	24.18	24.28	24.92	24.54
03h00	22.95	23.49	23.87	23.96	24.56	24.24
05h00	22.58	23.23	23.63	23.71	24.32	24.01
07h00	24.10	23.66	24.20	24.33	25.24	24.62
09h00	26.85	24.45	24.94	25.22	26.24	25.16

07h00	24.10	23.66	24.20	24.33	25.24	24.62
09h00	26.85	24.45	24.94	25.22	26.24	25.16
11h00	28.32	25.26	25.74	26.12	27.09	25.73
13h00	27.68	25.69	26.29	26.71	27.65	26.24
15h00	27.74	25.83	26.49	26.94	27.97	26.57
17h00	27.26	25.81	26.44	26.93	28.12	26.74
19h00	26.92	25.91	26.40	26.78	27.83	26.83
21h00	26.86	26.08	26.39	26.63	27.39	26.81
23h00	26.49	25.95	26.21	26.43	27.17	26.66
01h00	26.26	25.85	26.08	26.29	27.01	26.57
03h00	25.71	25.57	25.80	26.00	26.71	26.33
05h00	25.62	25.47	25.71	25.90	26.61	26.25
07h00	26.86	25.65	25.98	26.22	27.21	26.63
09h00	28.80	25.94	26.30	26.70	27.88	26.95
11h00	30.00	26.50	26.84	27.33	28.57	27.35
13h00	29.70	26.84	27.28	27.80	29.06	27.72
15h00	29.14	26.86	27.51	27.99	29.30	28.01
17h00	29.43	26.88	27.46	27.98	29.43	28.14
19h00	29.14	27.18	27.52	27.96	29.20	28.24
21h00	27.96	27.23	27.46	27.74	28.63	28.08
23h00	27.21	26.89	27.12	27.37	28.25	27.77
01h00	26.51	26.49	26.73	26.98	27.83	27.42
03h00	26.18	26.26	26.52	26.74	27.55	27.19
05h00	26.15	26.15	26.41	26.63	27.44	27.09
07h00	27.74	26.35	26.71	27.04	28.20	27.58
09h00	29.66	26.89	27.20	27.65	28.99	27.98
11h00	30.14	27.33	27.72	28.20	29.55	28.36
13h00	29.64	27.49	28.17	28.60	29.92	28.72
15h00	29.09	27.46	28.34	28.77	30.18	28.95
17h00	28.82	27.60	28.29	28.84	30.40	29.07
19h00	28.17	27.67	28.10	28.56	29.86	28.91
21h00	27.32	27.26	27.59	27.89	28.87	28.31
23h00	26.24	26.67	27.03	27.33	28.26	27.79
01h00	23.99	25.47	25.94	26.23	27.09	26.71
03h00	23.04	24.77	25.25	25.51	26.32	25.98
05h00	23.57	24.84	25.26	25.49	26.27	25.93
07h00	24.60	25.57	26.09	26.35	27.43	26.86
09h00	24.81	25.96	26.57	26.85	28.05	27.26
11h00	24.50	26.12	26.97	27.21	28.41	27.50
13h00	24.56	26.27	27.36	27.59	28.81	27.75
15h00	24.95	26.39	27.67	27.89	29.14	27.97
17h00	24.81	26.37	27.66	27.90	29.27	28.04
19h00	24.65	25.89	26.82	27.05	28.21	27.29
21h00	24.40	25.27	25.88	26.07	26.95	26.39
23h00	24.35	25.12	25.65	25.82	26.62	26.15

2006年7月11日～17日 2F-c, 3F-a,b,c 空間の自然室温変動データ

Period: Tue-11-Jul@00h30(2006) to Mon-17-Jul@23h30(2006) : sim@60m, output@**m (averaged)

Time	Ambient db	2F-c Res T	3F-a Res T	3F-b Res T	3F-c Res T	3F-d Res T
	Tmp					
	(degC)	(degC)	(degC)	(degC)	(degC)	(degC)
01h00	23.48	24.31	24.62	23.98	24.93	24.26
03h00	23.40	24.18	24.49	23.93	24.79	24.19
05h00	23.54	24.18	24.50	23.97	24.80	24.21
07h00	24.04	24.56	24.99	24.17	25.45	24.51
09h00	24.46	24.95	25.37	24.24	25.95	24.67
11h00	24.19	25.38	25.74	24.25	26.43	24.80
13h00	23.60	25.72	26.06	24.27	26.76	24.89
15h00	23.40	25.91	26.24	24.31	26.91	24.96
17h00	23.14	25.93	26.28	24.36	26.89	24.99
19h00	23.06	25.20	25.51	24.12	25.96	24.60
21h00	23.64	24.69	24.97	24.10	25.30	24.44
23h00	24.55	24.99	25.25	24.47	25.56	24.76
01h00	24.41	24.89	25.14	24.45	25.44	24.72
03h00	25.02	25.14	25.36	24.72	25.63	24.96
05h00	25.29	25.27	25.47	24.84	25.75	25.09
07h00	24.50	25.31	25.60	24.68	26.04	25.04
09h00	23.35	25.53	25.83	24.64	26.37	25.08
11h00	23.23	25.88	26.11	24.64	26.80	25.18
13h00	23.26	26.24	26.40	24.66	27.18	25.28
15h00	23.11	26.43	26.56	24.68	27.35	25.34
17h00	22.94	26.43	26.58	24.72	27.32	25.37
19h00	22.50	25.42	25.59	24.27	26.13	24.76
21h00	22.35	24.34	24.57	23.80	24.96	24.17
23h00	22.46	24.12	24.40	23.75	24.76	24.09
01h00	22.38	23.88	24.17	23.64	24.52	23.94
03h00	22.22	23.66	23.96	23.51	24.29	23.79
05h00	22.19	23.52	23.84	23.43	24.18	23.70
07h00	23.75	24.30	24.71	23.95	25.22	24.32
09h00	24.94	24.91	25.30	24.09	25.95	24.59
11h00	25.66	25.53	25.79	24.11	26.63	24.77
13h00	25.86	26.13	26.19	24.14	27.24	24.94
15h00	25.85	26.54	26.56	24.18	27.62	25.07
17h00	25.34	26.66	26.78	24.24	27.65	25.13
19h00	24.88	26.13	26.33	24.39	26.86	25.06
21h00	24.40	25.44	25.63	24.41	26.01	24.87
23h00	24.04	25.15	25.36	24.30	25.72	24.74
01h00	23.44	24.75	24.98	24.08	25.32	24.49
03h00	22.95	24.38	24.63	23.88	24.96	24.25
05h00	22.58	24.11	24.40	23.72	24.73	24.08
07h00	24.10	24.91	25.33	24.15	25.81	24.66
09h00	26.85	25.73	26.10	24.30	26.76	24.99

09h00	26,85	24,99	26,76	24,30	26,10	25,73
11h00	28,32	25,25	27,68	24,34	26,78	26,62
13h00	27,68	25,46	28,31	24,39	27,35	27,35
15h00	27,74	25,62	28,61	24,47	27,77	27,75
17h00	27,26	25,73	28,67	24,58	28,03	27,89
19h00	26,92	26,07	28,24	25,18	27,87	27,66
21h00	26,86	26,32	27,73	25,69	27,47	27,29
23h00	26,49	26,27	27,52	25,70	27,26	27,08
01h00	26,26	26,24	27,37	25,73	27,12	26,93
03h00	25,71	26,05	27,07	25,59	26,82	26,61
05h00	25,62	26,02	26,99	25,57	26,73	26,51
07h00	26,86	26,29	27,79	25,70	27,37	27,08
09h00	28,80	26,44	28,45	25,62	27,89	27,60
11h00	30,00	26,62	29,11	25,64	28,40	28,21
13h00	29,70	26,78	29,65	25,68	28,83	28,76
15h00	29,14	26,91	29,97	25,73	29,15	29,14
17h00	29,43	26,98	30,01	25,81	29,35	29,26
19h00	29,14	27,33	29,60	26,42	29,19	29,05
21h00	27,96	27,48	28,95	26,84	28,69	28,55
23h00	27,21	27,25	28,56	26,69	28,31	28,16
01h00	26,51	27,00	28,14	26,48	27,90	27,71
03h00	26,18	26,86	27,87	26,36	27,63	27,42
05h00	26,15	26,82	27,78	26,33	27,53	27,29
07h00	27,74	27,17	28,70	26,47	28,30	27,97
09h00	29,66	27,39	29,44	26,53	28,92	28,61
11h00	30,14	27,57	30,08	26,56	29,38	29,21
13h00	29,64	27,73	30,63	26,59	29,76	29,77
15h00	29,09	27,84	30,88	26,63	30,05	30,07
17h00	28,82	27,91	30,92	26,70	30,25	30,18
19h00	28,17	28,03	30,24	27,09	29,81	29,70
21h00	27,32	27,75	29,17	27,10	28,88	28,72
23h00	26,24	27,34	28,56	26,71	28,28	28,07
01h00	23,99	26,46	27,39	25,87	27,12	26,81
03h00	23,04	25,92	26,64	25,37	26,37	25,97
05h00	23,57	25,97	26,68	25,45	26,37	25,93
07h00	24,60	26,85	28,10	26,18	27,63	27,11
09h00	24,81	27,16	28,80	26,38	28,22	27,74
11h00	24,50	27,30	29,25	26,42	28,50	28,15
13h00	24,56	27,43	29,74	26,44	28,81	28,58
15h00	24,95	27,55	30,12	26,47	29,08	28,94
17h00	24,81	27,59	30,16	26,51	29,22	29,03
19h00	24,65	27,01	28,83	26,17	28,19	27,94
21h00	24,40	26,33	27,41	25,71	26,95	26,65
23h00	24,35	26,18	27,10	25,62	26,66	26,33

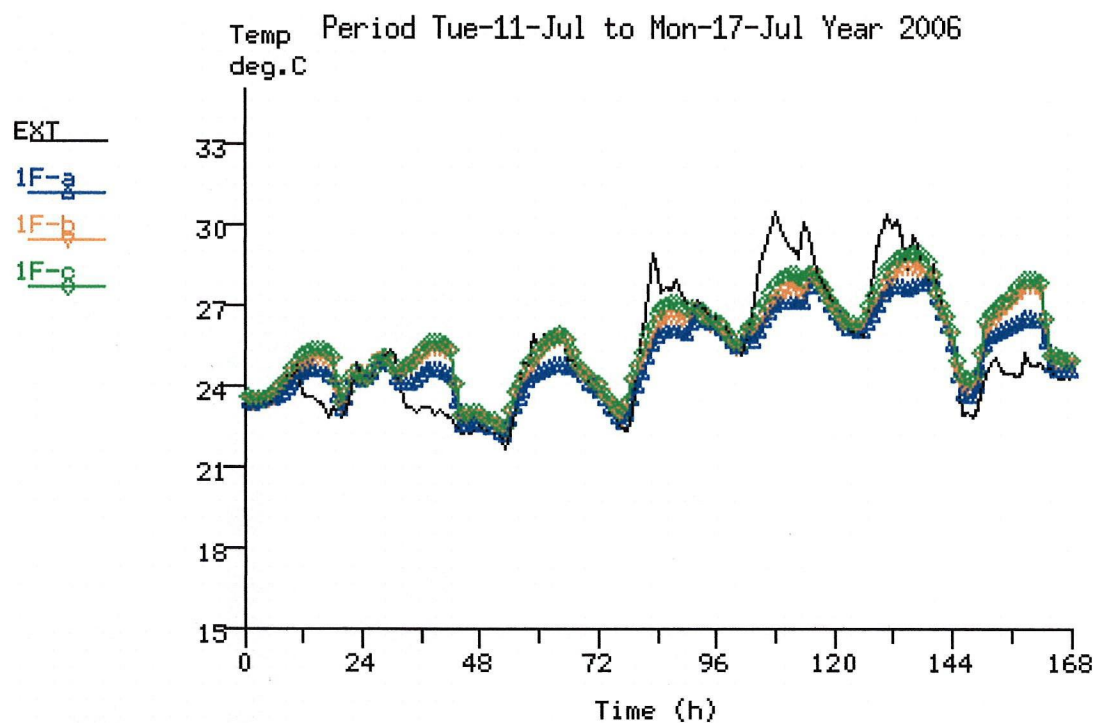


図6-4 夏期の自然室温変動（1階居室）

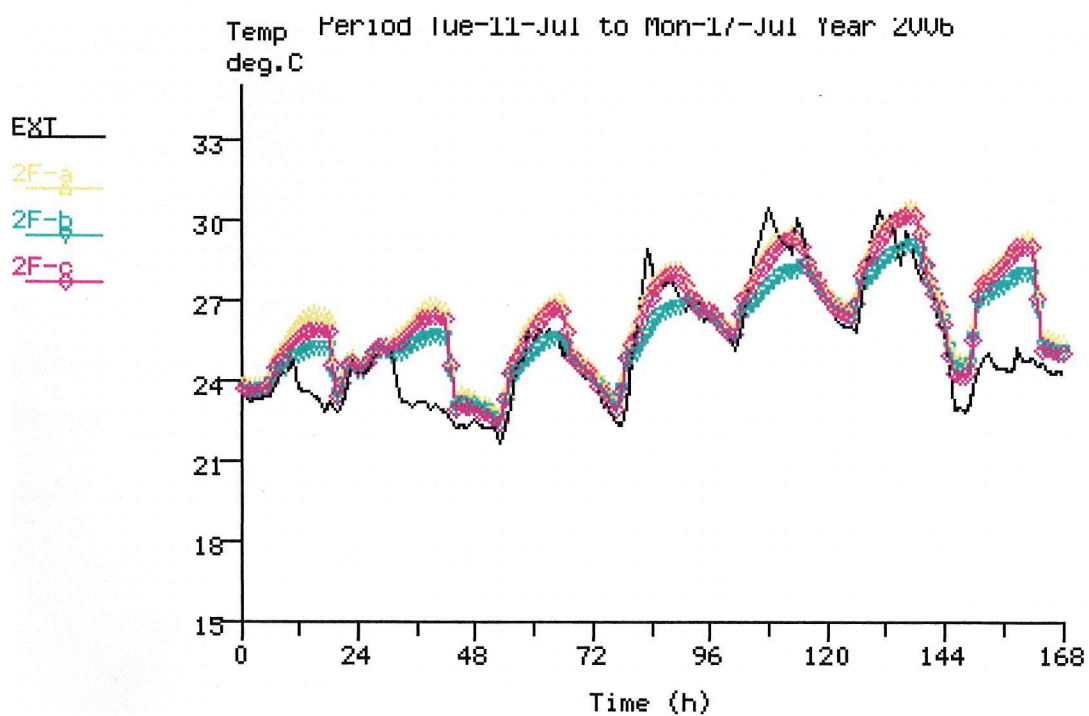


図6-5 夏期の自然室温変動（2階居室）

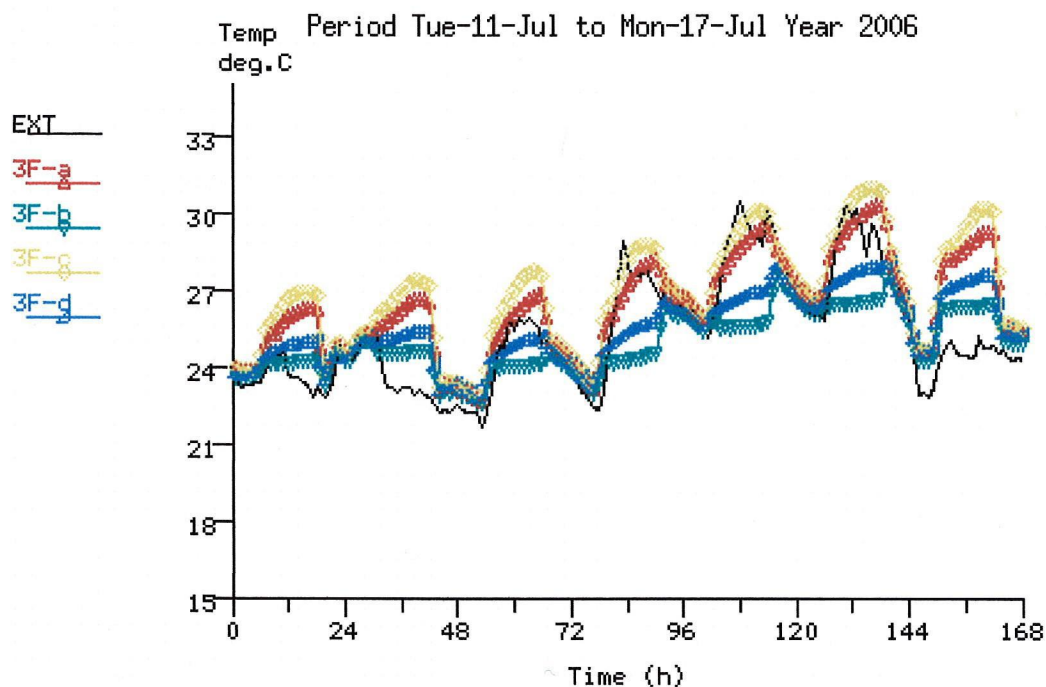


図6-6 夏期の自然室温変動（3階居室）

この建物では夜間、開口部を開放して外気を導入するいわゆる夜間換気を行っている。図6-4～6に示す様に開口部を開放すると多量の換気が行われ室温は外気近くまで低下する。これにより、夜間の外気により室内の蓄熱部位に蓄冷され、開口部を日中、閉じて室温は大きく上昇せず、冷熱源が無いにも関わらず、室温は外気より低く変動している。

1階部分の室温は最高でも29℃程度である。2、3階部分の室温は1階部分の室温に比べ若干高いものの最高室温は30℃程度である。しかし、ここでは設計で計画している緑化による日射の遮蔽は考慮されていないので、実際に緑化を施して、さらに換気モードをより細やかに設定すればシミュレーション結果はより低い値を示すと考えられるが、特別な空調設備をもうける事無く、夏期は生活できるものと思われる。

6-2 冬期のシミュレーション結果

2006年1月9日～15日 1F-a,b,c,2F-a,b 空間の自然室温変動データ

Period: Mon-09-Jan@00h30(2006) to Sun-15-Jan@23h30(2006) : sim@60m, output@**m (averaged)

Time | Ambient db | 1F-a Res T | 1F-b Res T | 1F-c Res T | 2F-a Res T | 2F-b Res T

	Temp (degC)	(degC)	(degC)	(degC)	(degC)	(degC)
01h00	4.90	6.74	11.34	9.41	8.43	8.79
03h00	4.10	6.65	11.22	9.28	8.33	8.70
05h00	3.78	6.54	11.08	9.14	8.21	8.60
07h00	3.88	6.46	11.01	9.06	8.12	8.52
09h00	6.50	6.70	11.84	9.73	8.25	8.97
11h00	8.59	7.51	14.14	11.61	8.64	10.21
13h00	8.40	7.86	15.27	12.55	9.01	10.83
15h00	7.89	7.76	14.61	12.11	9.12	10.57
17h00	7.14	7.50	13.82	11.50	8.93	10.29
19h00	6.95	7.35	13.27	11.04	8.73	10.08
21h00	6.43	7.29	12.99	10.83	8.64	9.98
23h00	4.96	7.18	12.81	10.67	8.56	9.90
01h00	3.81	6.97	12.61	10.47	8.42	9.78
03h00	3.41	6.85	12.45	10.31	8.32	9.67
05h00	2.95	6.73	12.29	10.15	8.21	9.54
07h00	3.70	6.64	12.19	10.04	8.11	9.44
09h00	6.22	6.81	12.61	10.40	8.24	9.64
11h00	8.43	7.34	13.24	11.09	8.76	9.97
13h00	7.61	7.64	13.30	11.26	9.08	10.03
15h00	7.15	7.63	13.09	11.11	9.03	9.97
17h00	6.84	7.50	12.80	10.84	8.84	9.86
19h00	6.57	7.33	12.55	10.59	8.66	9.75
21h00	6.52	7.23	12.41	10.46	8.59	9.68
23h00	5.82	7.17	12.31	10.36	8.53	9.62
01h00	6.07	7.09	12.18	10.23	8.45	9.53
03h00	5.89	7.06	12.07	10.13	8.39	9.46
05h00	5.89	7.01	11.96	10.03	8.32	9.38
07h00	5.89	6.97	11.88	9.95	8.27	9.31
09h00	6.79	7.09	12.18	10.21	8.39	9.46
11h00	7.99	7.48	12.77	10.81	8.82	9.79
13h00	8.25	7.81	13.12	11.21	9.19	10.01
15h00	8.56	7.96	13.21	11.33	9.30	10.11
17h00	8.25	7.83	12.93	11.06	9.14	10.03
19h00	7.85	7.67	12.58	10.74	8.95	9.90
21h00	7.12	7.57	12.41	10.58	8.88	9.84
23h00	6.52	7.48	12.30	10.46	8.82	9.80
01h00	6.13	7.38	12.18	10.34	8.74	9.72
03h00	5.74	7.31	12.06	10.22	8.67	9.65
05h00	5.61	7.23	11.96	10.11	8.59	9.57
07h00	5.74	7.19	11.89	10.04	8.53	9.51
09h00	7.09	7.37	12.68	10.69	8.67	9.95

07h00	5.74	7.19	11.89	10.04	8.53	9.51
09h00	7.09	7.37	12.68	10.69	8.67	9.95
11h00	8.12	7.98	14.62	12.32	9.13	10.99
13h00	8.58	8.43	15.52	13.20	9.67	11.51
15h00	9.01	8.63	15.32	13.15	9.86	11.52
17h00	8.49	8.48	14.63	12.57	9.65	11.30
19h00	8.00	8.23	14.03	12.01	9.40	11.10
21h00	7.63	8.11	13.77	11.76	9.33	11.01
23h00	7.20	8.04	13.62	11.62	9.29	10.96
01h00	6.42	7.95	13.46	11.45	9.21	10.88
03h00	5.41	7.82	13.30	11.29	9.12	10.78
05h00	5.15	7.66	13.15	11.12	9.01	10.68
07h00	5.36	7.56	13.06	11.02	8.94	10.60
09h00	6.96	7.77	13.93	11.72	9.07	11.07
11h00	9.38	8.47	16.25	13.65	9.49	12.33
13h00	10.60	9.04	18.09	15.21	9.91	13.36
15h00	10.94	9.34	18.72	15.78	10.08	13.83
17h00	9.59	9.21	17.87	15.11	9.99	13.55
19h00	9.12	8.91	16.72	14.11	9.75	13.11
21h00	8.61	8.81	16.25	13.66	9.68	12.94
23h00	7.96	8.75	16.02	13.44	9.65	12.87
01h00	7.38	8.64	15.78	13.20	9.58	12.77
03h00	7.97	8.57	15.61	13.02	9.52	12.67
05h00	8.90	8.58	15.45	12.89	9.49	12.58
07h00	8.74	8.62	15.31	12.76	9.47	12.48
09h00	10.02	8.73	15.33	12.81	9.59	12.49
11h00	11.24	9.17	15.73	13.26	10.04	12.72
13h00	11.51	9.52	16.00	13.62	10.42	12.89
15h00	11.86	9.57	15.89	13.55	10.48	12.88
17h00	11.96	9.55	15.69	13.36	10.39	12.83
19h00	11.46	9.52	15.44	13.16	10.30	12.74
21h00	10.40	9.43	15.27	13.02	10.25	12.68
23h00	8.94	9.30	15.15	12.89	10.19	12.62
01h00	7.62	9.08	14.98	12.71	10.09	12.53
03h00	6.94	8.91	14.84	12.56	10.01	12.43
05h00	6.28	8.77	14.69	12.41	9.92	12.31
07h00	6.01	8.62	14.57	12.28	9.84	12.20
09h00	7.84	8.70	14.72	12.42	9.95	12.24
11h00	9.15	9.13	15.19	12.95	10.42	12.48
13h00	9.64	9.47	15.52	13.33	10.77	12.67
15h00	9.91	9.46	15.44	13.23	10.76	12.65
17h00	9.31	9.34	15.18	12.97	10.61	12.55
19h00	8.12	9.15	14.86	12.66	10.40	12.39
21h00	6.96	8.96	14.67	12.46	10.28	12.28
23h00	6.16	8.83	14.53	12.32	10.19	12.19

2006年1月9日～15日 2F-c, 3F-a,b,c空間の自然室温変動データ

Period: Mon-09-Jan@00h30(2006) to Sun-15-Jan@23h30(2006) : sim@60m, output@**m (averaged)

Time	Ambient db	3F-d Res T	3F-c Res T	3F-b Res T	3F-a Res T	2F-c Res T
	Tmp					
	(degC)	(degC)	(degC)	(degC)	(degC)	(degC)
01h00	4.90	10.94	11.94	10.93	7.74	9.66
03h00	4.10	10.88	11.80	10.90	7.66	9.53
05h00	3.78	10.81	11.64	10.85	7.56	9.39
07h00	3.88	10.75	11.56	10.81	7.47	9.29
09h00	6.50	10.92	12.51	10.75	7.53	9.97
11h00	8.59	11.45	14.97	10.70	7.80	12.10
13h00	8.40	11.68	16.13	10.66	8.12	13.33
15h00	7.89	11.53	15.47	10.62	8.28	12.87
17h00	7.14	11.39	14.80	10.61	8.23	12.25
19h00	6.95	11.31	14.36	10.61	8.13	11.84
21h00	6.43	11.28	14.15	10.60	8.07	11.64
23h00	4.96	11.25	13.98	10.60	8.02	11.50
01h00	3.81	11.20	13.76	10.58	7.92	11.30
03h00	3.41	11.16	13.59	10.55	7.83	11.13
05h00	2.95	11.10	13.41	10.52	7.73	10.95
07h00	3.70	11.05	13.28	10.48	7.62	10.81
09h00	6.22	11.12	13.76	10.43	7.67	11.13
11h00	8.43	11.23	14.39	10.38	7.98	11.71
13h00	7.61	11.21	14.42	10.34	8.23	11.82
15h00	7.15	11.16	14.22	10.31	8.24	11.68
17h00	6.84	11.11	13.95	10.29	8.17	11.47
19h00	6.57	11.06	13.70	10.28	8.08	11.26
21h00	6.52	11.03	13.56	10.27	8.03	11.13
23h00	5.82	11.01	13.45	10.26	8.00	11.03
01h00	6.07	10.97	13.30	10.24	7.94	10.89
03h00	5.89	10.92	13.17	10.22	7.89	10.77
05h00	5.89	10.88	13.04	10.19	7.83	10.65
07h00	5.89	10.83	12.95	10.15	7.77	10.55
09h00	6.79	10.88	13.28	10.12	7.85	10.79
11h00	7.99	10.99	13.90	10.08	8.14	11.34
13h00	8.25	11.06	14.25	10.05	8.40	11.71
15h00	8.56	11.08	14.35	10.03	8.55	11.86
17h00	8.25	11.02	14.07	10.03	8.53	11.68
19h00	7.85	10.97	13.75	10.05	8.46	11.41
21h00	7.12	10.95	13.60	10.07	8.43	11.27
23h00	6.52	10.94	13.49	10.08	8.39	11.18
01h00	6.13	10.91	13.35	10.08	8.34	11.06
03h00	5.74	10.88	13.23	10.08	8.28	10.94
05h00	5.61	10.85	13.11	10.06	8.21	10.82
07h00	5.74	10.82	13.03	10.04	8.15	10.73
09h00	7.09	11.01	13.95	10.01	8.23	11.39

07h00	5.74	10.82	13.03	10.04	8.15	10.73
09h00	7.09	11.01	13.95	10.01	8.23	11.39
11h00	8.12	11.46	15.98	9.98	8.54	13.18
13h00	8.58	11.66	16.93	9.95	8.93	14.16
15h00	9.01	11.64	16.76	9.95	9.16	14.12
17h00	8.49	11.52	16.13	9.97	9.14	13.61
19h00	8.00	11.44	15.64	10.02	9.06	13.15
21h00	7.63	11.43	15.44	10.06	9.03	12.95
23h00	7.20	11.43	15.31	10.09	9.01	12.83
01h00	6.42	11.41	15.14	10.11	8.96	12.67
03h00	5.41	11.38	14.97	10.12	8.89	12.50
05h00	5.15	11.34	14.80	10.11	8.80	12.33
07h00	5.36	11.31	14.70	10.09	8.71	12.20
09h00	6.96	11.52	15.70	10.07	8.77	12.90
11h00	9.38	12.08	18.16	10.04	9.05	15.03
13h00	10.60	12.52	20.11	10.01	9.37	16.87
15h00	10.94	12.70	20.83	10.01	9.62	17.64
17h00	9.59	12.55	20.04	10.05	9.70	17.06
19h00	9.12	12.36	19.03	10.13	9.66	16.13
21h00	8.61	12.32	18.70	10.22	9.64	15.76
23h00	7.96	12.31	18.50	10.29	9.63	15.57
01h00	7.38	12.29	18.26	10.34	9.58	15.35
03h00	7.97	12.26	18.07	10.36	9.54	15.16
05h00	8.90	12.22	17.90	10.36	9.50	14.98
07h00	8.74	12.18	17.73	10.36	9.47	14.81
09h00	10.02	12.18	17.74	10.34	9.53	14.78
11h00	11.24	12.26	18.15	10.32	9.82	15.11
13h00	11.51	12.31	18.38	10.31	10.10	15.37
15h00	11.86	12.29	18.25	10.31	10.20	15.31
17h00	11.96	12.26	18.04	10.32	10.20	15.17
19h00	11.46	12.24	17.79	10.34	10.18	14.97
21h00	10.40	12.22	17.61	10.36	10.18	14.83
23h00	8.94	12.21	17.48	10.38	10.15	14.71
01h00	7.62	12.18	17.28	10.39	10.08	14.54
03h00	6.94	12.16	17.11	10.40	10.01	14.38
05h00	6.28	12.12	16.93	10.40	9.93	14.21
07h00	6.01	12.09	16.79	10.38	9.84	14.05
09h00	7.84	12.12	16.96	10.37	9.88	14.12
11h00	9.15	12.21	17.44	10.34	10.15	14.51
13h00	9.64	12.27	17.75	10.32	10.39	14.83
15h00	9.91	12.25	17.65	10.32	10.44	14.79
17h00	9.31	12.20	17.38	10.32	10.38	14.58
19h00	8.12	12.15	17.07	10.34	10.27	14.31
21h00	6.96	12.12	16.87	10.36	10.18	14.12
23h00	6.16	12.09	16.71	10.37	10.12	13.97

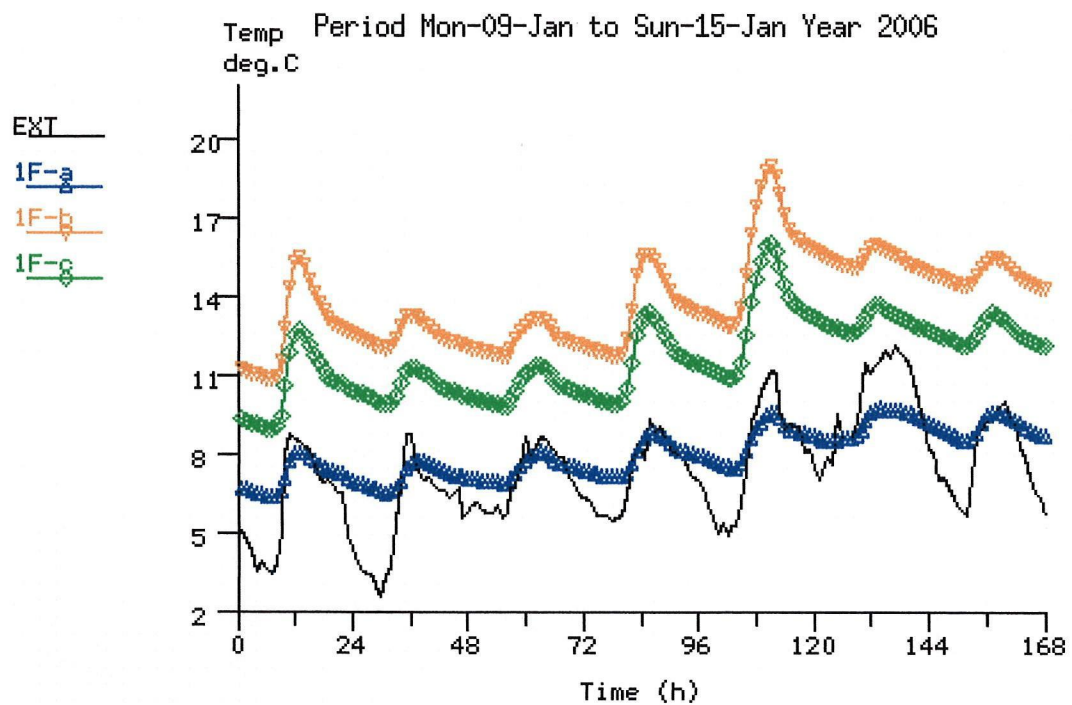


図6-7 冬期の自然室温変動（1階居室）

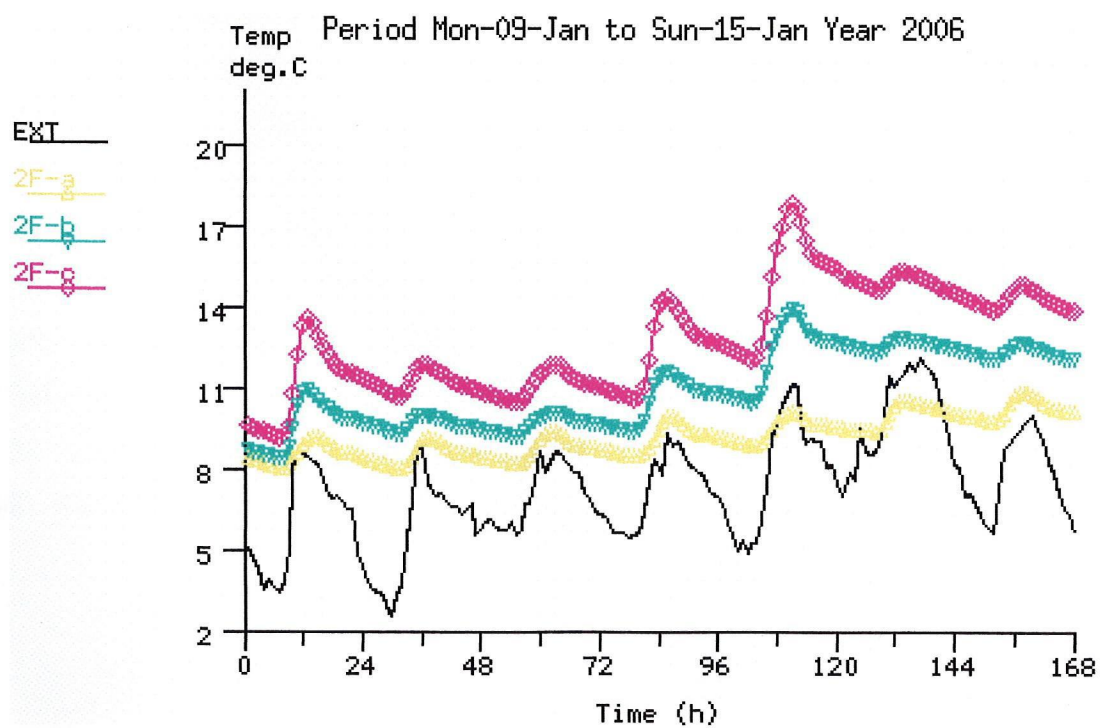


図6-8 冬期の自然室温変動（2階居室）

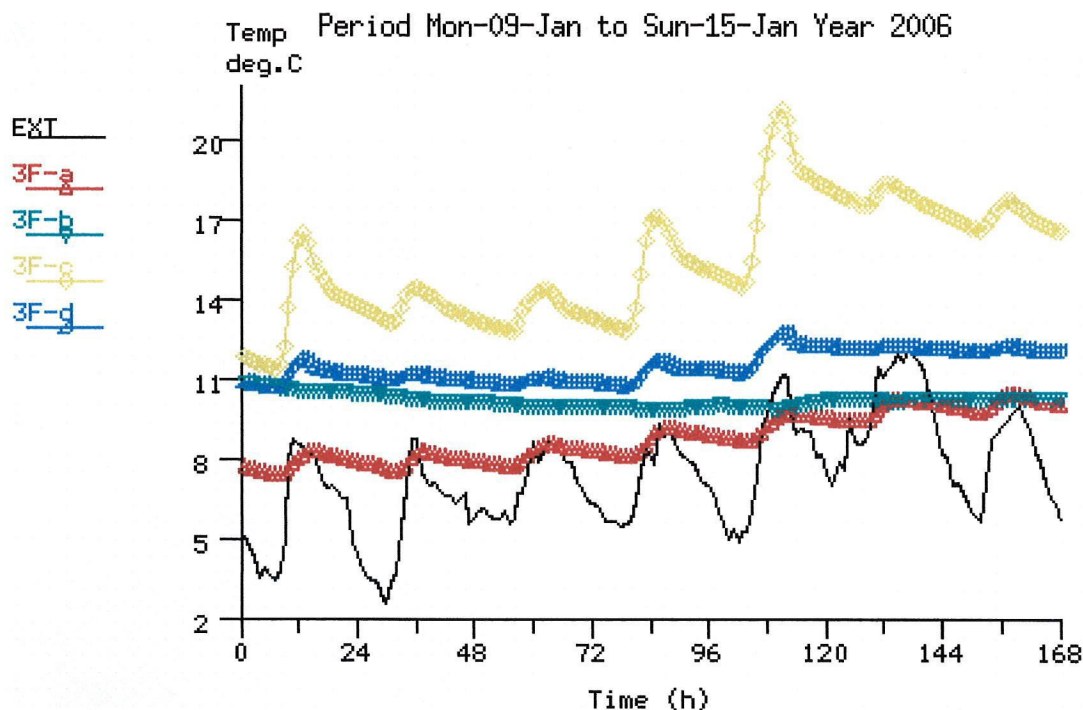


図6-9 冬の自然室温変動（3階居室）

この建物では南側にできるだけ大きな開口部を設け、日射を室内に取り込み日中熱を蓄えるいわゆるダイレクトゲインを考えているが、敷地形状が南北に細長い為、立面図でも分かる様に南壁面の面積は東西壁面より小さく、南面の開口部も小さくなっている。

図6-7～9からも分かる様に、各階の南に位置した部屋の室温は日中、日射によって上昇するが、室容積に対して窓面積の小ささの原因からか思ったほど室温は上昇していない。1階玄関ホールは最高で19度程度まで上昇するが、平均的に14、5度程度、2、3階も同様に最高室温は20度前後程度である。

北側に位置した部屋の室温は日射の影響を受けないため、日中、低温で変化する。

熱負荷計算を行っていないため、詳細を示す事はできないが、南に北側の部屋の負荷は南に比べ相当、大きいものと考えられる。しかし、図面からも分かる様にこの建物では100mmの外断熱を用いており、通常、建設される住宅に比べると小さいのは言うまでもない。

7章 おわりに

1章では、快い住まいをつくるための気候風土の調査の必要性和、パッシブデザインについて触れた。

2章では、パッシブデザインの意味を説き、伝統的な民家に住んでいた祖先たちが古くから気候風土に合った住まいの形を求めて、さまざまな地域の住居の多様性を生んできたことに着目した。また、高断熱・高気密、その他、住宅の省エネルギーを語る場合に必要不可欠な次世代省エネルギー基準を示した。それらを踏まえたうえで、身近な広島気候特性について調べた。

3章は、パッシブ建築に最も必要不可欠な自然エネルギーとその利用法について細かく論じた。

4章からは、実際に存在する山口県周防大島郡の安下庄にパッシブ建築を設計するための準備と、これまでに得られたさまざまなデータをもとに設計した建物を建物の熱性能、照明と音響評価、エネルギー使用量、室内環境の制御システムなどを行う事のできる統合化されたシミュレーションソフト ESP-r を使用し、実測した。

住宅は住む人の健康を保持し、快適に過ごすための条件を備えておく必要がある。気候に応じて良好な日射や採光を得て、身体にとって最適な温熱環境と光環境をつくり、空気の衛生を保つことが重要である。それぞれの土地に合った住空間を提案し、これしかありえないと考えられるヴォリュームを不動のものとして立ち上げ、さまざまな変化に対応する住宅をデザインした。住宅は、設計時に細やかな工夫を重ねることでより大きな省エネ効果を期待できる。そのためには、事前にその土地の気候風土をよく調べることである。

参考文献

- 大西正宣：「住みよい家」－快適・環境・健康 学芸出版社 2004 年 3 月
- 住宅政策研究会：図説 日本の住宅事情〔第 2 次改訂版〕 ぎょうせい 1993 年 11 月
- 本間義人：官の都市・民の都市 日本の都市・住宅事情の展開と状況
日本経済評論社 1986 年 6 月
- 洪 悦郎：住居と人間 人間と技術社 1978 年 11 月
- 筑紫恒男：資料住居学 建帛社 1992 年 9 月
- 石田信男、伊藤 昭、絵内正道、小玉祐一郎、小室大輔、澤地孝男、宿谷昌則、須永修通、
武政孝治、並木 裕、堀越哲美、松原斎樹：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 年 7 月
- 小玉祐一郎：住まいの中の自然 丸善 1999 年 6 月
- 広島地方気象台：広島県の気象 2006 年年報
- 下関地方気象台：山口県の気象

引用文献

- 大西正宣：「住みよい家」－快適・環境・健康 学芸出版社 2004 年 3 月
- 石田信男、伊藤 昭、絵内正道、小玉祐一郎、小室大輔、澤地孝男、宿谷昌則、須永修通、
武政孝治、並木 裕、堀越哲美、松原斎樹：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 年 7 月
- 藤井正一：住居環境学入門＜第三版＞ 彰国社 2002 年 4 月
- 住まい 15 章研究会：住まい 15 章 改訂版 学術図書出版社 2000 年 3 月
- <http://www.ibec.or.jp/pdf/index.htm> :
- Copyright (C) 2003 (財) 建築環境・省エネルギー機構 (IBEC), All Rights Reserved

謝辞

本研究を進めるにあたり、多大なご指導、ご助言を賜りました1年次担当教授の灰山先生、4年生の卒論に引き続き、大変お世話になりました。いつも気にかけてお声をかけて頂いたことが大きな励みとなりました。

そして、2年次から担当して頂いた武政先生、不甲斐ない私に一度も叱ることなく、温かく見守り、適切なご指導をして頂いたおかげで無事に今日に至ることができました。

また、模型作りやデータ作成に協力して頂いた本大学4年生の原さん、森田さん、本当にお世話になりました。

文章力のない、つたない言葉ではありますが、心より深謝いたします。

本当に有難うございました。