

大林ハウス箕面試作住宅の居住性能評価と改良

田中辰明
宮川保之

Evaluation and Improvement in Degree of Dwelling Comfort of Ohbayashi House at Minoh City, Osaka

Tatsuaki Tanaka
Yasuyuki Miyakawa

Abstract

Actual measurements concerning the degree of dwelling comfort in an Ohbayashi House built at Minoh City in Osaka were made during the last two years. From the results of these measurements, it was studied how the plan of the house, the shape of the roof and methods of heating affected thermal characteristics and ventilation properties. Devices which improved the degree of comfort were thereupon proposed from various viewpoints.

概要

大阪箕面市に建設された大林ハウス試作住宅の居住性能について過去2年間各季節にわたって測定調査を行なった。測定結果をもとにして建物平面プラン、屋根形状、暖房方式等の違いが加味された熱的一般特性、換気特性を検討するとともに居住性能向上のための改良案を多くの観点から提案した。

1. 大林ハウス箕面試作住宅の概要

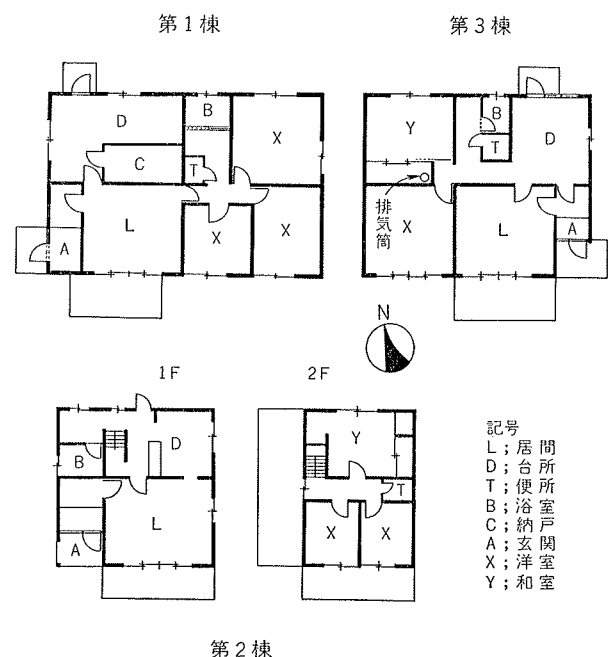
箕面試作住宅は図一1に示すような平面プランで3棟建設された。基礎はRC布基礎であり躯体は木質系パネル構造である。外壁外側はフレキシブルボードにリシンが吹付けされている。壁、天井には十分な断熱材（グラスウール25mm）が設けられており、室内側にビニールクロスが貼られていることにより結露に対しては万全の考慮が払われている。また暖房は3棟ともセントラル式であり冷房は居間のみ可能である。試作住宅3棟の概要を表一1に示す。

2. 快適な住宅とは

快適な住宅を定義するならば次のようになる。

(1) 建物の断熱性が良いこと。

夏季における熱取得が少なく冬季における熱損失が少ないこと。冷暖房の効率が良く、設備固定費・経常費とも経済化がはかれる。また夏季においては冷房設



図一1 大林ハウス箕面試作住宅平面プラン

	第 1 棟	第 2 棟	第 3 棟
階 数	1 階	2 階	1 階
延 床 面 積	95.63 m ² (3LDK)	80.71 m ² (3LDK)	79.81 m ² (2LDK)
屋 根 形 状	切 妻	方 形	切 妻
屋根裏空間断熱方式	天井面断熱	屋根面断熱	天井面断熱
暖 房 方 式	ガス楚温水セントラル暖房	ガス楚温風セントラル暖房	ガス楚温水セントラル暖房 居間のみ床パネルヒーティング
居間床仕上げ	ベニヤフローリング	ベニヤフローリング	化繊敷物
洋室床仕上げ	ベニヤフローリング	化繊敷物	ベニヤフローリング
浴室床仕上げ	モザイクタイル	FRP	ステンレス塩ビスノコ
屋根裏空間換気方法	換気口のみ	換気口のみ	換気口、および換気筒、 強制小形換気ファン

表-1 試作住宅の概要

備がなくてもしのぎやすくなる。冬季においても暖房停止後の室温下降がゆるやかである。

(2) 居住快適性が高いこと。

人間の快適性は室温、湿度、気流、周壁表面温度によって左右されるが、この中で最も大きな要素は周壁表面温度である。すなわち室内を囲む各部材の表面温度が夏には低く、冬には高く保たれる必要がある。特に夏季における天井面（2階建では2階天井表面）、冬季における床表面に留意する必要がある。この意味でパネルヒーティングは快適な暖房方式と言えよう。

また冬季におけるドラフトが少ないことも快適性を高めるうえで重要である。ドラフトへの影響要素としては建物のき密性、暖房方式がある。住宅で温風暖房を行なう際には吸込口の位置、個数を適正にしないと大量の外気を室内に吸引する結果となる。

(3) 建物のき密性が良いこと。

冷暖房の効率が向上し、冬季におけるドラフトがなくまた遮音上もすぐれている。反面、結露に対して危険側となり換気不足になりやすい。

(4) 結露に対して安全であること。

北側壁、浴室隅角部等の断熱を完全に行なわなければならない。浴室の壁、天井の仕上材も適正なものを選ばなければならない。また内部結露を防止する上で防湿層を設けることも必要である。大林ハウスで採用しているビニールクロスは安価で十分な防湿層となる。

3. 測定経過

測定は昭和45年8月から47年1月まで断続的に室内温度変動、室内換気量、換気筒による屋根裏空間温度降下を中心に行なった。測定経過を表-2に示す。

測定月日	測定内容
昭和45年8月	第1棟 夏季における測定
〃 45年10月	第1棟 中間季
〃 46年1月	第1棟 冬季
〃 46年8月	第2,3棟 夏季
〃 46年10月	第2,3棟 中間季
〃 47年1月	第2,3棟 冬季

表-2 測定経過

4. 測定結果および居住性能改良の工夫

測定結果のうち夏季における第1棟の各部温度変動を図-3に、第3棟の温度変動を図-4に示す。また第1棟中間季の温度変動を図-5に、冬季における第2棟、3棟の温度変動を図-6、7に示す。

4.1. 断熱性

建物が日射、外気温等の外乱の影響を受けたとき、RC造のように熱容量の大きい場合、あるいは十分な断熱材が設けられている場合は室温の変動巾は小さく、かつ時間遅れを伴なう。次に室内で暖房を行なった場合、熱容量、断熱性と室温との関係は図-2の通りである。図-5の中間季（冷・暖房なし）の自然室温の

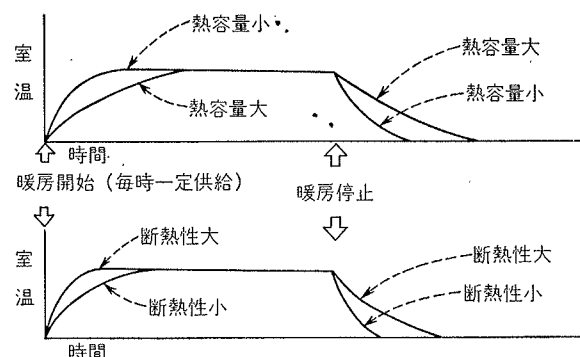
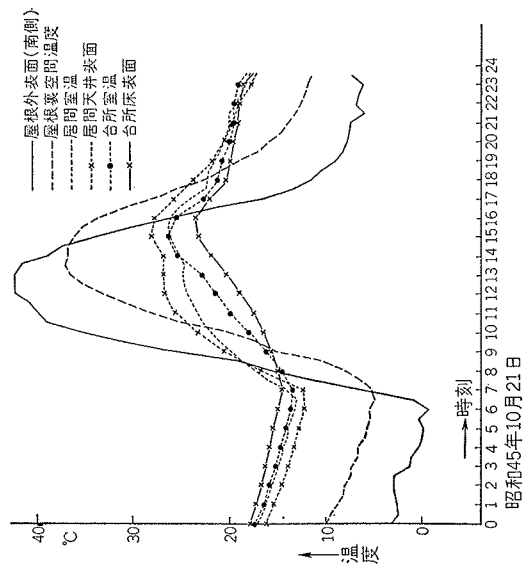
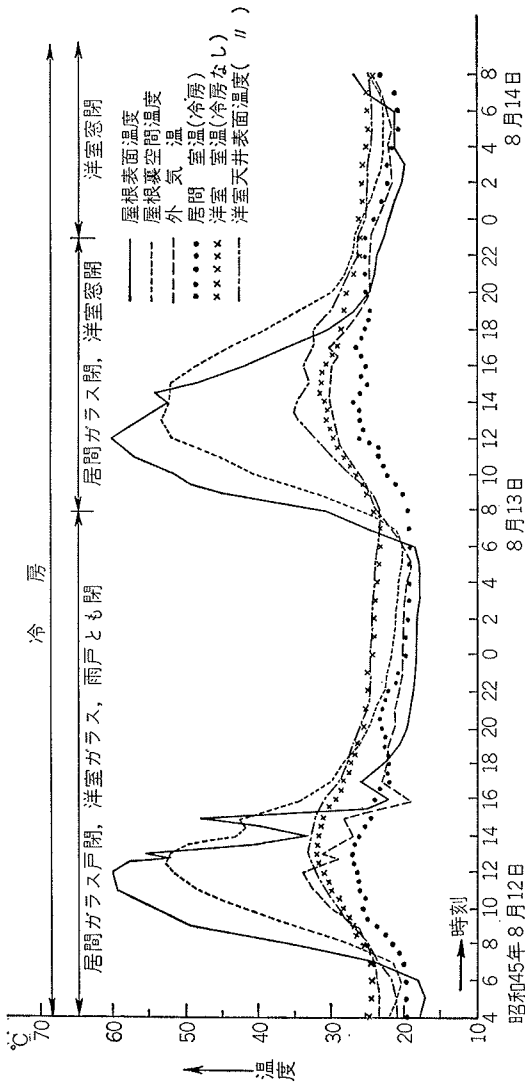


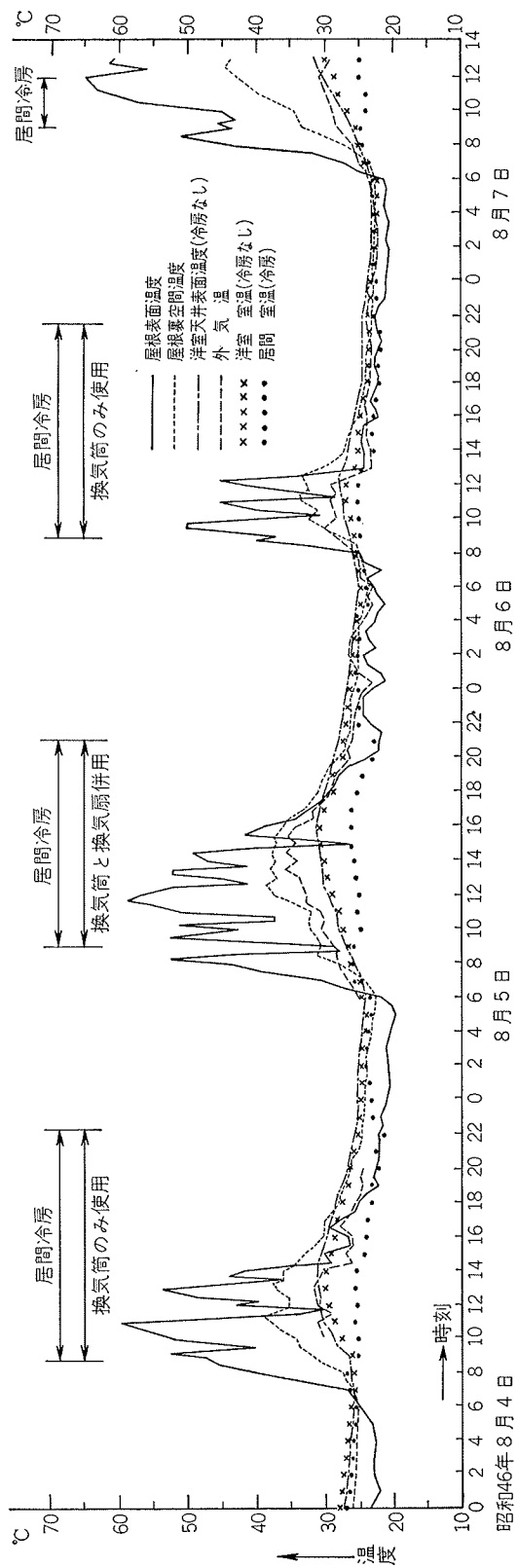
図-2 暖房時における建物熱容量、断熱性と室温



図一5 第1棟中間季における各部温度変動



図一3 第1棟夏季における各部温度変動



図一4 第3棟夏季における各部温度変動

変動巾は13.5°Cである。また図一6, 7より暖房停止後の室温下降もやや急である。大林ハウスは断熱性はかなり良いが木質系であるので構造体の熱容量が小さいためこのような特性を示している。

次に屋根裏空間に断熱材を設ける場合、屋根裏面にすべきか、天井上面にすべきかの検討を行なう。ところで冬季における屋根裏空間の結露を考えた場合は当然のことながら屋根裏表面に断熱材を設けなければならないがこれは室内の水蒸気発生量が多くかつ天井面の透湿性が良いときであって、大林ハウスのようにき密性が良く、天井面にビニールクロス(防湿層)があれば屋根裏空間での結露はまず起こりえないのでこの点からの考慮は不要と思われる。それ故、断熱材位置の判定は室内の熱取得、熱損失の点からのみ検討する。いま天井、屋根、屋根裏空間を一体と考えた場合の総合熱貫流率 \bar{K} を考える。切妻屋根の場合の \bar{K} は、

$$\bar{K} = \frac{K_e \left(K_r + K_p \cdot \frac{S_p}{S_r} + n \cdot q \cdot \frac{V}{S_r} \right)}{K_e \cdot \frac{S_e}{S_r} + \left(K_r + K_p \cdot \frac{S_p}{S_r} + n \cdot q \cdot \frac{V}{S_r} \right)}$$

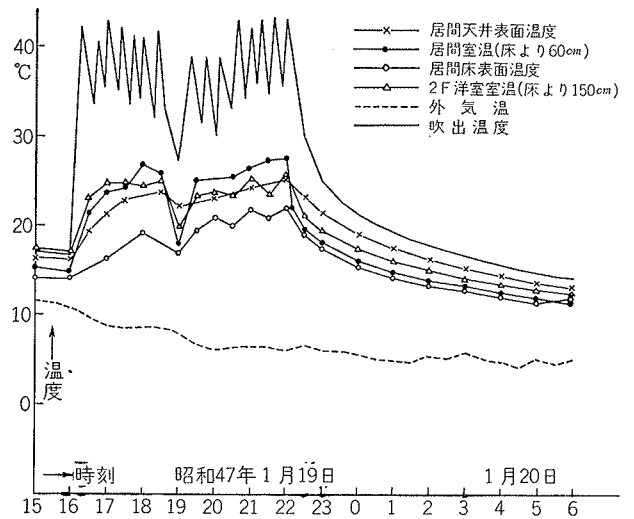
ここに、 K_e , K_r , K_p ; 天井, 屋根, 妻の熱貫流率,
 S_e , S_r , S_p ; 天井, 屋根, 妻面積 (m^2)
 V , n ; 屋根裏容積 (m^3), 換気回数
 q ; $1m^3$ の空気熱容量 ($Kcal/m^3 \cdot ^\circ C$)

いま n が 1~5 回について屋根裏断熱と天井上面断熱の場合の \bar{K} を計算してみると天井上面断熱の方が25~30%程度小さくなっており有利であることがわかる。測定結果からも図一8に示すように第2棟(屋根面断熱)より第3棟(天井上面断熱)の方が天井室内側表面温度が低くなっており快適である。

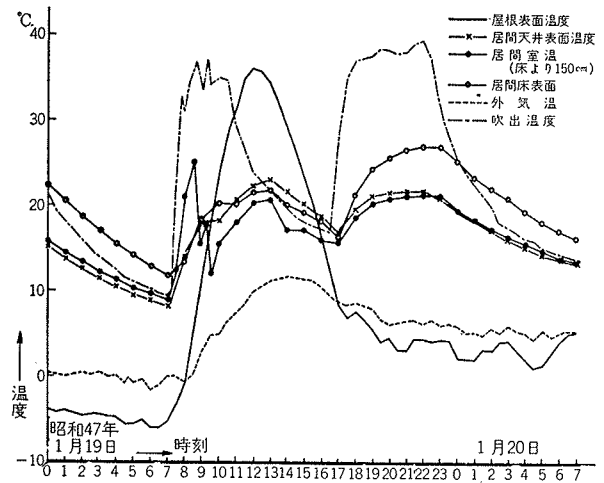
4.2. 居住快適性

4.2.1. 暖房方式の違いによる快適性 図一6, 7の同じ日の第2棟(温風暖房), 第3棟(温水暖房とパネルヒーティング)の室温を比較してみると, 第2棟の方が4~7°C程度高くなっている。しかしこれにもかかわらず居住者の意見では第2棟では寒く, 第3棟では暖かかったそうである。住宅のように室容積が小さく, 建具の隙間よりのドラフトが大きい場合は温水暖房の方が適していると思われる。

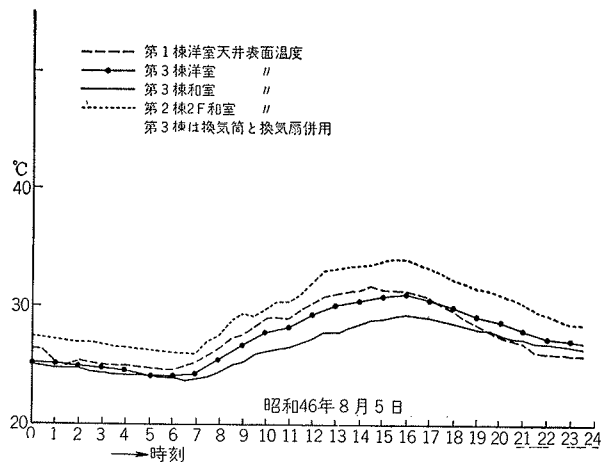
4.2.2. 屋根裏面からの輻射熱軽減の工夫 測定から夏季においては屋根面が非常に高温となり対流, 輻射によって天井面に伝達されるが, このうち対流による熱は屋根裏の換気を良くすることによって除去できるが輻射による熱は輻射放熱面または受熱面に輻射率の高いものを貼って防ぐ以外にはない。図一9の①~④に示す4種類の屋根裏形態の輻射熱授受を次式によって計算する。ただし屋根形状を図一9の下に示すよ



図一6 第2棟冬季における各部温度変動



図一7 第3棟冬季における各部温度変動



図一8 各棟の天井表面温度の比較

うに変形して考える。

$$Q = \varphi_{a,b} \cdot S_r \cdot A_1 \cdot A_2 \cdot C_b \cdot \{ (T_a/100)^4 - (T_b/100)^4 \} \\ + 2\varphi_{a',b} \cdot S_r' \cdot A_1 \cdot A_2 \cdot C_b \cdot \{ (T_a/100)^4 - (T_b/100)^4 \} \\ + 2\varphi_{c,b} \cdot S_p \cdot A_3 \cdot A_2 \cdot C_b \cdot \{ (T_c/100)^4 - (T_b/100)^4 \}$$

ただし

T_a, T_b, T_c ; 屋根裏面, 天井上面, 妻裏面絶対温度
 A_1, A_2, A_3 ; 屋根裏面, 天井上面, 妻裏面輻射率
 S_r, S_r', S_p ; 屋根(天井)面, A' 面, 妻面面積
 (ただし A' 面, 妻面は片半分とする。)

C_b ; 輻射常数, $\varphi_{a,b}, \varphi_{a',b}, \varphi_{c,b}$; 形態係数

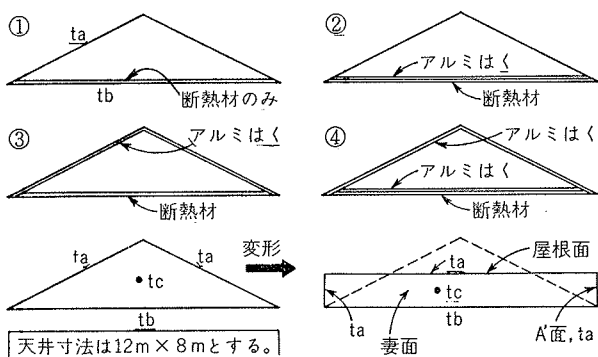


図-9 屋根裏空間の形態および計算のための変形

実測結果より $t_a=55^\circ\text{C}$, $t_b=35^\circ\text{C}$, $t_c=40^\circ\text{C}$ として計算すると, ②と③の片面アルミはくの場合は①に比較して輻射熱は93~94%も減少する。④の両面アルミはくの場合は①に比較して99.5%も減少する。ただし②はアルミはくにゴミがたまって輻射率が低下する恐れがあるので③の方が望ましい。

4.2.3. 換気筒による屋根裏空間温度の降下 屋根裏の換気口は高低差がほとんどとれないため(特に寄棟, 方形においては全くとれない。)外部風速がない時にはほとんど換気が行なわれない。一方図-3に示すように夏季の最悪時では屋根裏空間は 50°C 以上になっており天井面から熱取得はかなり大きい。

そこで考案したのが図-10に示す換気筒である。これは安価に設置でき, 床下の冷気を換気に使う等多くの利点がある。また自然換気によっているため動力費も全く要しない。今回第3棟の押入れの隅に換気筒が設置されたのでこの効果がどの程度あるかの測定を行なった。また第3棟の屋根裏空間には換気扇(強制ファン)も取り付けられたのでこの効果も確かめた。測定結果より第3棟の屋根裏空間の温度は屋根形状, 屋

根裏空間断熱方式が同じである第1棟に比較して換気筒を働かせると $3\sim 4.5^\circ\text{C}$ 低下し, また, 換気扇も併用すると $5\sim 5.5^\circ\text{C}$ 低下することが判明した。

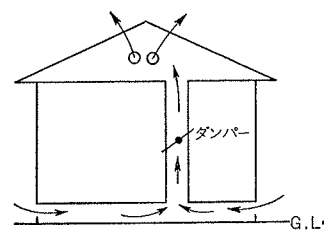


図-10 換気筒の原理

(換気筒, 換気扇をとめて, 第1, 3棟の換気条件を同じにした時, 第3棟の屋根裏温度が 2°C 低かったので, この 2°C を基準として比較した。)なお換気筒にはダンパーがあり冬季にはこのダンパーを閉めればよい。

4.3. 建物のき密性

建物のき密性を知るため, 第1棟東南向洋室で開口部をすべて閉鎖して換気量の測定を行なった。トレーサーガスとして炭酸ガスを使用しても, 炭酸ガス発生源が天井面付近にあれば分子拡散により時間が経過しても濃度分布は一様に保たれる¹⁾。今回はドライアイスを用いて炭酸ガスを一定量放出し, その後の減衰を測定した。結果を図-11に示す。なお換気回数は次式によって算出した。

$$C_r = C_o + (C_{ro} - C_o)e^{-nt}$$

ここに,

C_r, C_o, C_{ro} ; 室内, 外気, 一時放出直後の濃度 (m^3/m^3)
 n ; 換気回数 (1/h), t ; 時間 (h)

測定結果から明らかなように木質系住宅としては非常にき密性が良い。部材の接合に接着剤を用いているためと思われる。

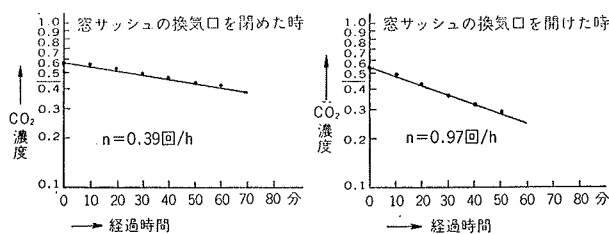


図-11 換気回数測定結果

参考文献

- 1) 本間, 伊与田; CO_2 連続発生による換気量測定法について, 建築学会大会, 1970
- 2) 田中俊六, 田中辰明, 宮川保之; 団地居住者に対する冷暖房の意識調査, 建築学会大会, 1970