

超省エネルギービル（大林組技術研究所本館）における 室内環境調査（その3）

——竣工後2年目における測定とアンケート調査——

渡辺 真知子 田中 辰明
岡 建雄 石岡 正幸

Comfortableness in the Super Energy Conservation Building (Main Building of Ohbayashi Corporation Technical Research Institute) (Part 3)

——Survey by Measurements and Questionnaire in Second Year of Occupancy——

Machiko Watanabe Tatsuaki Tanaka
Tatsuo Oka Masayuki Ishioka

Abstract

This paper describes measurement and questionnaire results concerning quality and comfortableness in living spaces in the second year after completion of the Main Building of Ohbayashi Corporation Technical Research Institute—the Super Energy Conservation Building. Room temperatures in summertime are between 23 and 26°C with relative humidity at 60 percent, and between 18 and 22°C in wintertime with relative humidity at 40 percent. Concentrations of CO, CO₂ and dust particles are all less than the limits in building codes in Japan. The results of a questionnaire show that synthetic room environments such as temperatures, humidities and light are being kept at desirable levels, and it is expected that the present conditions can be maintained in the future.

概 要

本報は、竣工後1年目の室内環境に引き続き2年目の調査を行なったものである。夏季の室温は23～26°C、湿度が60%、冬季では18～22°C、湿度40%に維持されている。室内のCO₂、CO、粉じん濃度はいずれも基準値以内に取っていた。2年間のアンケート調査によっても室内の温湿度、明るさなど総合的な室内環境は十分良好に保たれており、今後この程度の状況で推移していくものと予想された。

1. はじめに

技研本館が昭和57年4月に竣工して以来すでに3年を経過している。竣工後1年目の建物の1次エネルギー消費量は、延床面積当たり86.7 Mcal/m²年、2年目では95.9 Mcal/m²年となり当初の予測値であった98 Mcal/m²年をいずれも下回っていた。温湿度やCO₂濃度、粉塵濃度など室内環境においても、一般の事務所ビルと同様あるいはそれ以上に良好なものとなっていた。

本報告は、1年目に引き続き2年目における室内環境を測定するとともに実測と居住者にアンケート調査を実施して、良好な居住性が確保されていることを在館者の

意識の面から明らかにしようとしたものである。

2. アンケート調査結果

本建物の室内では、省エネルギー時代の新しいオフィス形態を指向する上で様々な建築計画手法が採用されている。ここではこのような手法によって構成された執務環境の居住性を把握するため、昭和57年8月と昭和59年2月と定期的にアンケート形式による調査を行ってきた。今回、竣工後2年目におけるアンケートを実施し、利用者の室内環境に対する感じ方あるいは考え方の変化を追跡調査したものである。

アンケート調査は昭和59年7月16日～26日に本館に在

籍している122名を対象とした。性別は全体の79%が男性、残り21%が女性である。在席者の在席分布はB1F7人、1F17人、2F46人、3F50人である。表-1に結果を示す。

(1) 室内温度

半数以上が良好と回答している。温度調節については、3Fの在席者に悪いと回答している割合が比較的多い。実際に測定してみると冬季において3Fが他の階に比べて多少低い室温となっており、空調停止後の室温降下も他の階に比べて大きいために、アンケート調査にこのような回答として現われたものである。

(2) 湿度

湿度については、良好と回答する割合が多く測定結果も40~60%以内に収っていた。

(3) 気流

ダクトの吹出口、ファンコイルユニットからの気流、ドラフトについてもほとんどの人が気にならないと答えており、良好な状態にある。

(4) 室内の明るさ

机上面ではなく、室全体の明るさであるが、不満足という回答が40%に達していた。個々に面談してみた結果執務上の問題あるいは健康上の問題になっているわけではなく、多分に好みの問題であることが示された。その他、カーペットの使用、執務スペースについては比較的満足であるという回答が得られている。

竣工後1年目と2年目のアンケート調査結果を比較してもほとんど変化がなく、今後この程度の状況で推移していくものと考えられる。

3. 室内環境

3.1. 室内温度

冷房期間および暖房期間における乾球温度の度数分布を図-1、2に示す。夏季の室温は23~26℃、冬季は19~23℃に維持されており、いずれも設定目標を達していた。1年目と2年目を比較すると、ほとんど同様の結果となっており、むしろ各階による相違の方が大きい。冬季における室温が1Fと3Fが他の階に比べて多少低い室温となっており、3Fについてはアンケート調査結果とも一致する。これは、1F室温の測定点が、会議室も含まれており、非使用時にはファンコイルユニットが停止する他、出入口からの外気侵入により室温が低くなったものと考えられる。3Fでは、空調停止後の室温降下が大きいことが特徴となっている。またB1Fは夏涼しく、冬暖かいという室内環境にあり、土の熱容量の他に冬季の土中蓄熱によるパネルヒーティングの効果が現

調査項目	調査結果					
室内の温度調節	かなり良好 (3%)	比較的良好 (54%)	どちらとも言えない (6%)	やや悪い (25%)	かなり悪い (5%)	
夏季の室温状態	ちょうど良い (52%)		暑い (6%)	やや暑い (38%)	寒い (4%)	
冬季の室温状態	ちょうど良い (49%)		寒い (9%)	やや寒い (40%)	寒い (9%)	
室内の上下温度差	気にならない (53%)		気になる程度 (36%)	不快 (4%)		
室内の湿度調節	かなり良好 (11%)	比較的良好 (47%)	どちらとも言えない (12%)	やや悪い (27%)	かなり悪い (3%)	
室内の気流	気にならない (67%)		気になる時もある (17%)	時々気になる (10%)	不快 (4%)	
室内の明るさ	4	かなり良好 (25%)	18%	やや不満足 (28%)	かなり不満足 (13%)	5
室内騒音	4	かなり良好 (24%)	31%	やや不満足 (27%)	かなり不満足 (18%)	
カーペットの使用	かなり暖かく感じる (22%)	比較的暖かく感じる (63%)		11%		
パーティションによる仕事のしやすさ	しやすい (36%)		31%	28%	15%	
一人当りの執務スペース	非常に満足 (14%)	かなり満足 (24%)	比較的満足 (29%)	11%	4%	

斜線：どちらとも言えない 格子：無回答

表-1 アンケート調査結果

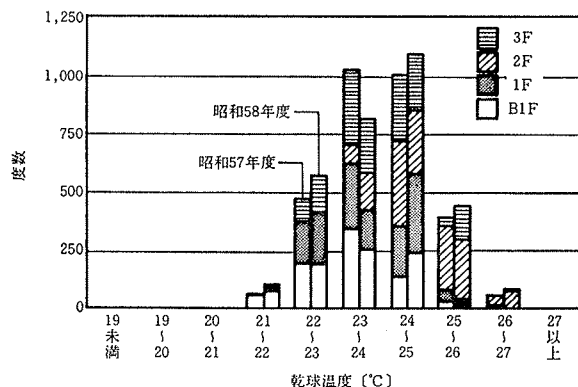


図-1 乾球温度の度数分布（6月～9月）
（空調時間帯における1時間間隔の測定値）

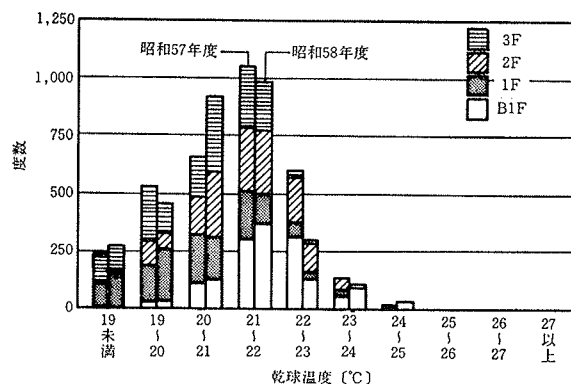


図-2 乾球温度の度数分布（12月～3月）
（空調時間帯における1時間間隔の測定値）

われていると推定された。

3.2. 室内湿度

室内湿度の分布も1年目、2年目の差異はなく、年間

を通して40～65%以内に収まっている割合は全体の91%に達する。冷房時の湿度は、55～65%に維持されており、暖房時は40～45%に維持されていた。測定結果より年間の室内湿度は良好に保たれていることが確認された。

3.3. 室内CO₂およびCO濃度

本建物での外気導入量は環気ダクト中のCO₂濃度によって制御されている。CO₂濃度測定結果を図-3に示す。竣工当初は、CO₂濃度を1,000ppmに制御していたが、在席者数の少ない1Fでは750～950ppm、在席者の多い2Fでは1,000ppmの基準値を超えることもあったために、昭和57年10月に設定CO₂濃度を600～700ppmに変更した。その結果1年目に比べて2年目のCO₂濃度は低くなり、年間を通し基準値1,000ppmを超えたのは全体の4～5%に過ぎない。この超過したCO₂濃度も測定点における瞬時値であり、室全体では基準値を常に下回っていた。この結果からCO₂濃度は600～700ppmに設定するのが妥当であると考えられた。なお、CO濃度は年間を通じてビル管理法基準値(10ppm)を大幅に下回っている。

3.4. 粉塵濃度

粉塵濃度測定結果を図-4に示す。本建物は室内負荷に応じて吹出風量を調節するVAV(可変風量方式)システムを採用しているが、粉塵濃度についても竣工後の測定値が基準値を上回っていたため、VAV開度の最小を0～40%にし、CO₂の制御変更と同時期に給気量の増大を計り対処した。対策前後における粉塵濃度の度数分布を図-5に示す。この結果、粉塵濃度の基準値の0.15mg/m³を超過する割合が、1年目に比べて2年目は非常に少なくなっていることがわかる。この超過した粉塵濃度もいずれも測定点における瞬時値で、変更後の各階の日平均値はいずれも基準値を下回っており、十分良好な室内環境であると言える。

4. 照明

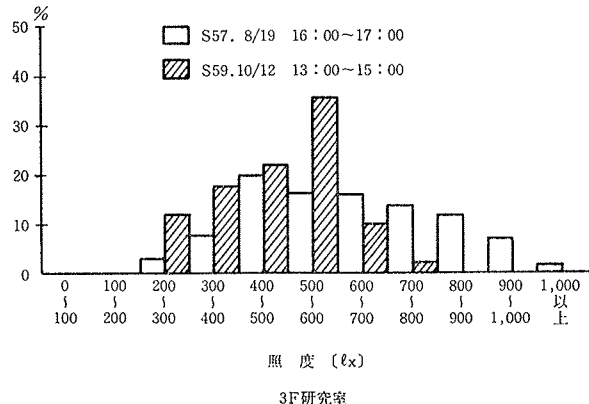
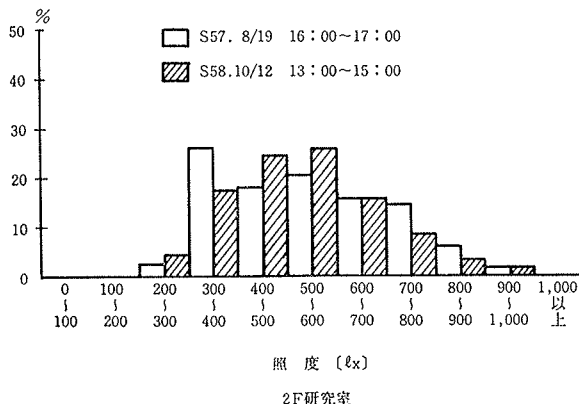


図-6 机上面の照度

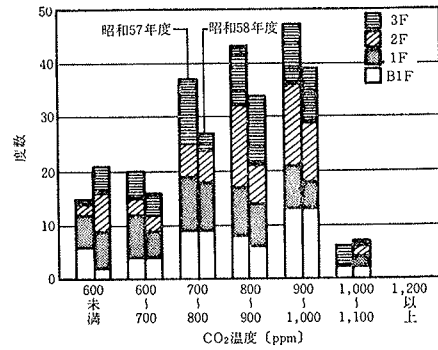


図-3 CO₂濃度の度数分布
(ビル管法に基づき隔月代表日に測定を行なう
測定時間10:30, 13:30, 15:30)

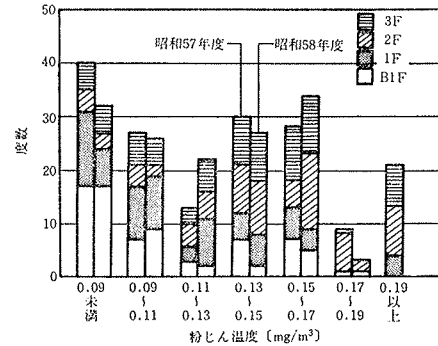


図-4 粉塵濃度の度数分布
(ビル管法に基づき隔月代表日に測定を行なう
測定時間10:30, 13:30, 15:30)

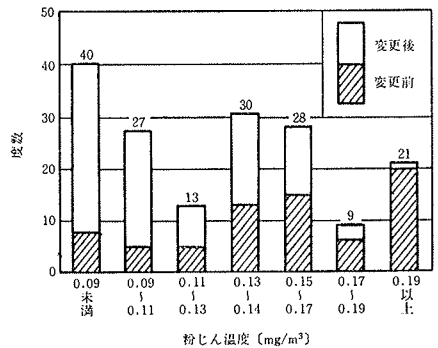


図-5 対策前後における粉塵濃度の度数分布
(ビル管法に基づき隔月代表日に測定を行なう
測定時間10:30, 13:30, 15:30)

4.1. 室内照度

本建物では、照明用エネルギーを低減させるために、タスク・アンビエント照明方式を採用している。竣工後2年も経過すると机上面の照度が多少おちることも考えられるため、照度計を用いて机上面の明るさを測定した。測定位置は、通常執務している状態で机のほぼ中央である。結果を図-6に示す。2F、3Fでは、各机上面の照度にかかなりのバラツキが見られるが、室の中央と窓ぎわに位置した机上面照度の差異は見られなかった。全体では、57年から59年にかけて照度が低下した割合は、2Fと3Fを合わせて60%、逆に上昇した割合が40%という値になっている。照度が低下した場所について再度調査したところ、ライトを下向きあるいはややうしろ向きにさせていたケースが多く、書物が積み上げられてその影になっている例もある。在席者に質問したところ、ライトのまぶしさが気になるので下向きにしたとのことであったが、暗さはまったく感じないという回答が得られ、タスクライトの使い方に個人差が大きい。

以上の追跡調査から、59年に測定した照度の低下はむしろタスクライトの位置が変化したためであると考えられる。タスクライトは個人の好みも大きく現れるところで、以前数種類のシェードを試作し、モニターに使用させたが、どのシェードが良いのか明確な結論を得るに至らなかった。タスクライトは今後、我国に広く普及する可能性が大きいため、照度、形態、機能性について更に研究していく予定である。

4.2. アンケート結果

昭和59年度に実施した照明に関するアンケート調査結果を表-2に示す。

(1) タスク・アンビエント照明

机上面の明るさについては、65%の人が明るい～普通という回答であり、暗いという回答は24%程度であった。机上面の明るさのむらについては、気になるという回答が50%に達している。これは4.1.の項でも述べたようにタスクライトの位置の変化によりこのような結果になったものと思われる。タスクライトのまぶしさや、フリッカーについては、約40%～50%の回答者が感じるあるいは気になる

調査項目	調査結果				
	かなり明るい (14%)	やや明るい (11%)	普通 (40%)	やや暗い (20%)	かなり暗い (4%)
机上の明るさ					
机上の明るさのむら	気にならない (38%)		10%	やや気になる (42%)	
タスク・ライトのまぶしさ	感じない (42%)		4%	やや感じる (33%)	
タスク・ライトのフリッカー	気にならない (37%)		6%	やや気になる (39%)	
タスク・ライトの光が机上面に反射して気になる	全くない (5%)	ほとんど気にならない (35%)	3%	やや気になる (36%)	
手暗がり	ほとんど気にならない (48%)		13%	やや気になる (34%)	
机上の明るさと周囲の明るさの差	ほとんど気にならない (36%)	12%	やや気になる (32%)		非常に気になる (18%)
2F, 3Fにおける勤務期間中のタスク・ライトのインターバル消灯	ほとんどない (9%)	あまり気にならない (26%)	17%	比較的不愉快 (26%)	かなり不愉快 (22%)
タスク・ライトのインターバル消灯は今後	ふやしてもいい (3%)	このまま継続しても差し支えない (46%)		16%	めめるべきである (20%)
2F, 3Fの天井照明器具のインターバル消灯	ほとんど気にならない (8%)	あまり気にならない (21%)	18%	多少不愉快 (31%)	かなり不愉快 (24%)
100%点灯から50%点灯に段階調光をした時	気にならない (44%)		13%	13%	やや気になる (27%)
50%点灯から100%点灯に段階調光をした時	気にならない (51%)		14%	13%	やや気になる (22%)
段階調光の頻度	少ない (11%)	72%			多い (14%)
トイレの明るさ	適当 (40%)		11%	16%	やや暗い (27%)
タブレットスイッチの採用に對して	賛成 (59%)			32%	反対 (6%)

斜線 どちらとも言えない 格子 無回答

表-2 アンケート結果

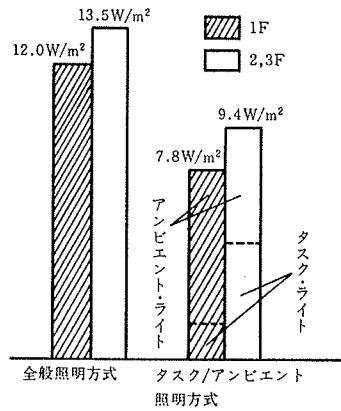


図-7 照明設備電力の比較

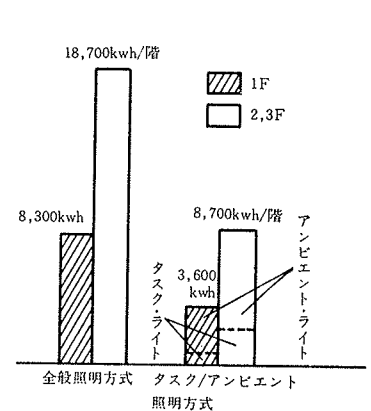


図-8 年間照明消費電力の比較

階	室	投調光・消灯時間 (h/年)		省電力量 (kWh/年)	
		57/4~58/3	58/4~59/3	7/4~58/3	58/4~59/3
B1階	事務室・会議室	540.8	635.2	222	293
2・3階	研究室	513.5	688.5	250	297
	トイレ	355.2	398.8	85	96
				577	686

表-3 年間省電力量の実績

としている。フリッカーは現状ではある程度止むを得ないものであるが、これを改善する研究も進められているようである。机上の明るさと周囲の明るさの差も、気になるとする回答が50%に達している。2F、3Fでは机上の周囲が高さ1.4mのパーティションで囲まれており、視野がせばめられるために、周囲との明るさの差を感じるためであろう。

(2) インターバル消灯

インターバル消灯については、不愉快あるいは気になるとする回答が50%近くいるが、現在消し忘れ防止としての効果があるため継続している。

(3) 昼光利用

窓ぎわ段調光については、1年目の測定結果に比べると気になるという回答が10%多くなっている。トイレの明るさについても、暗いという回答が多くなっているが、特に問題は生じていない。

(4) タブレットスイッチの採用

多くの賛成者があり、ほとんど問題のない方法であると言える。

以上の照明に関するアンケート調査結果では1年目に比べて特に変化した項目はなく、技研本館に対する一応の定まった評価とすることができる。

4.3. 照明用消費電力量

(1) タスク・アンビエント照明

研究室についてはタスク・アンビエントライティングを採用している。この方式により、照明設備電力量を2/3に減らすことができ、年間の照明用消費エネルギー量は天井照明方式の45%程度で済む。図一7、8に技研本館と一般事務所ビルを想定した照明用消費エネルギー量の比較を示す。

(2) 昼光利用

本建物におけるトイレや階段室は、昼間に消灯できる

ように採光窓を設け、事務所や研究室についても自然採光で十分な明るさが確保されている時は、自動的に消灯されるシステムを採用している。年間の省電力量の比較を表一3に示す。昼光利用システムによって消滅された電力量は577~680 KWh/年である。

5. おわりに

竣工後1年目および2年目における室内環境の実測と在席者のアンケート調査を行なったものであり、結論を要約すると、

(1) 室内温湿度については暖房時が19~23°C40%、冷房時が23~25°C60%程度に維持されている。

CO₂、CO、粉塵など各濃度も基準値を下回り、良好な室内環境と言える。

(2) アンケート調査によると測定結果を裏付ける結論が得られ、在席者意識はよく室内環境の評価を反映している。

(3) 照明に関するアンケート調査結果では、技研本館の照明に関しては良好な状態に保たれているという結論が得られた。

(4) 本建物ではタスクライト他、昼光利用、自動消灯など各種の省エネルギー手法を採用し、また我国では珍しいパーティションを使用した机、タブレット利用などを取り入れている。これらの事項についてもアンケート調査を行なった結果、いずれも好評であった。

参考文献

- 1) 酒井, 他: 省エネルギー化を計った設備システムに関する研究(その2~8, その9), 空気調和・衛生工学会学術講演会講演論文集, (昭和58.10), pp. 497~520, (昭和59.10), pp. 265~268