

# 超省エネルギービル（大林組技術研究所本館）における省エネルギー照明システムと室内照明環境に対する意識調査

田中辰明 安倍隆

## Survey by Questionnaire on Energy Saving Lighting Systems in the Super Energy Conservation Building (Main Building of Ohbayashi-Gumi Technical Research Institute)

Tatsuaki Tanaka Takashi Abe

### Abstract

Various energy saving systems have been adopted in the Super Energy Conservation Building in which the annual energy consumption is one fourth compared with conventional office buildings. With regard to illumination, effective energy conservation lighting systems such as task/ambient lighting, daylight utilization, time schedule control, and tablet-type switches have been provided by which energy consumption due to lighting has been decreased to one third compared with an ordinary building. Surveys of the illumination environments in the building were carried out by questionnaires to occupants in August 1982 and February 1983. Favorable comments were received concerning illumination environments in living spaces as well as at desks. The goal which had been to reduce energy consumption as much as possible while ensuring substantial lighting comfortableness had been achieved.

### 概要

大林組技術研究所本館では種々の省エネルギー手法が採用され、一般の事務所ビルに比べて年間のエネルギー消費量が $\frac{1}{4}$ におさえられている。照明システムについて、タスク/アンビエント照明方式、昼光利用、タイムスケジュール制御、タブレットスイッチの採用などの手法により、照明用エネルギーの消費量は一般ビルの $\frac{1}{3}$ 程度である。この建物の室内照明環境について、昭和57年8月と昭和58年2月の2回にわたってアンケート調査を行なった。この結果、居住者の評価はおおむね良好で、照明の質を落とさずに省エネルギーを計るという試みは、ほぼ達成されていることが判明した。

## 1. はじめに

大林組技術研究所本館は、エネルギー消費量が年間で $98 \text{ Mcal/m}^2$ （一次エネルギー換算）という世界一の超省エネルギービルとして計画され、昭和57年4月より昭和58年3月までの竣工後1年間の消費エネルギー量は $86.7 \text{ Mcal/m}^2$ で、予測値の88.4%に止まるという成果をあげた<sup>1)</sup>。当ビルに採用されたエネルギー手法は全部で98項目にもなるが、このうち照明用エネルギーの低減に関するものは11項目である。特にタスク/アンビエント照明方式が事務所ビルに大規模に採用されたのは、我が国では初めてのことである。その他タブレットスイッチ、照明のタイムスケジュール制御、昼光利用などの手法により、この建物の照明用エネルギー消費量は一般の事務所ビルと比較して $\frac{1}{3}$ 程度におさえられており、1年間

のエネルギー消費実績でも、省エネルギーの目的はほぼ達成されている<sup>2)</sup>。

当ビルではこのように大幅な省エネルギー化を計る一方で、室内環境を良好に維持することが大きな目標であった。室内温熱環境についての調査結果は文献<sup>3)</sup>に詳しいが、本稿では当ビルに採用された省エネルギー照明システムの概要と、室内照明環境に対する居住者の評価について、竣工後2回にわたって行なわれたアンケート調査の結果を中心に述べる。

## 2. 建築概要と省エネルギー照明システム

### 2.1. 建築概要

当ビルの建築概要を表-1に示す。また図-1(a)~(c)に各階の平面図及び照明器具の配置図を示した。

### 2.2. 省エネルギー照明システムの概要

当ビルに採用された省エネルギー照明システムの体系図を図-2に、各階の照明方式を表-2に示す。

主な省エネルギー照明システムの概要は次に示す通り

所在地	東京都清瀬市下清戸4-640
建築面積	886.85㎡
延床面積	3,775.84㎡
構造	鉄筋コンクリート造
階数	地下1階(南面はサンクンガーデン)地上3階、塔屋1階
標準階高	3.2m

表-1 建築概要

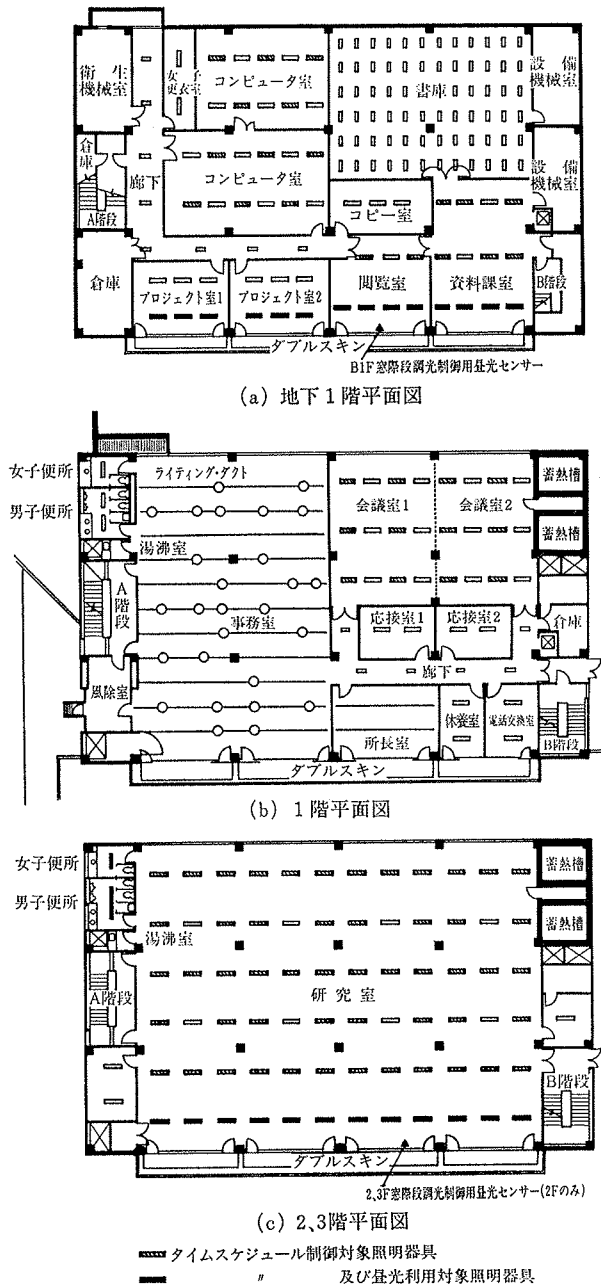


図-1 各階平面図及び照明器具配置図

である。

(1) タスク/アンビエント照明方式 タスク/アンビエント照明方式は1階事務室と、2, 3階研究室に採用されている。1階事務室においては、タスク・ライトとして15 W の直管型蛍光ランプにプリズムパネルを取り付けたものを、各机(1,400 mm 幅)の左右に1本ずつ可動アームとともに設置してある。また各々のワークステーションには高さ900 mm のローパーティションを取り付けている。アンビエント・ライトは机のレイアウトの変更に対応しやすいように、天井にライティングタクトを設け、これから吊り下げるパイプペンダント型とし、光源は38 W と28 W の環形蛍光ランプを使用し、その上下にプリズムカバーを取り付けている。2, 3階研究室では、タスク・ライトは1階と同じものを使用しているが、机の幅は1,600 mm, パーティションの高さは1,400 mm である。アンビエント・ライトは37 W 直管形蛍光ランプの両サイドにパンチングメタルカバーを取り付けたものを、天井から300 mm 吊り下げて設置してある。図-3および4に各々のワークステーションとタスク・ライトのみによる机上面照度分布を示す。アンビエント・ライトによる照度寄与分は、机の位置によって

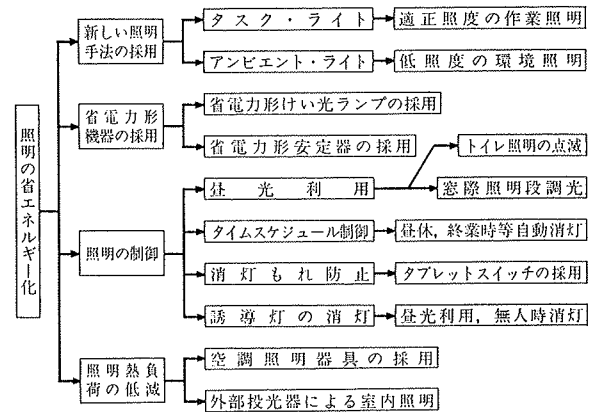


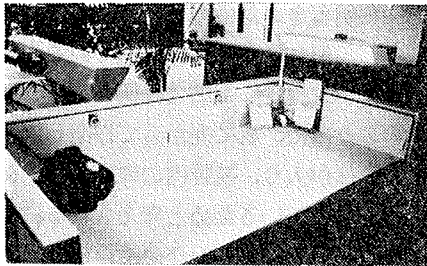
図-2 省エネルギー照明体系図

地下1階	<ul style="list-style-type: none"> <li>全般照明方式</li> <li>埋込下面開放式37W2灯形(空調照明器具)</li> <li>窓際照明器具の昼光利用による段調光</li> <li>タイムスケジュール制御(図-1(a)参照)</li> <li>タブレットスイッチ:書庫, プロジェクト室1, プロジェクト室2</li> </ul>
1階	<ul style="list-style-type: none"> <li>タスク/アンビエント照明方式(事務室のみ)</li> <li>タスク・ライト FL 15 W×2 /ワークステーション,</li> <li>アンビエント・ライト FCL 38 W+28 W</li> <li>タイムスケジュール制御(図-1(b)参照)</li> <li>タブレットスイッチ:会議室1, 2, 応接室1, 2</li> </ul>
2, 3階	<ul style="list-style-type: none"> <li>タスク/アンビエント照明方式</li> <li>タスク・ライト FL 15 W×2 /ワークステーション</li> <li>アンビエント・ライト FL 37 W</li> <li>窓際照明器具の昼光利用による段調光</li> <li>トイレ照明器具の昼光利用による点滅</li> <li>タイムスケジュール制御(図-1(c)参照)</li> </ul>

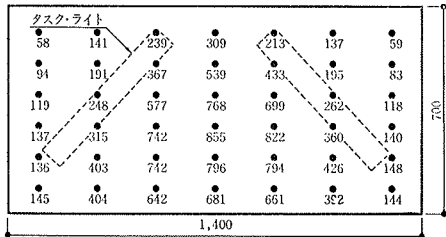
表-2 各階の照明方式

も異なるが、約150ルクスである。

(2) 昼光利用 地下1階, 2, 3階の南側一列の天井照明器具および, 2, 3階の便所照明に昼光利用を行なっている。南側の窓際照明器具は昼光の量により100%と50%の段調光を行なっている。段調光の判定は室内昼光センサにより, 窓から3m離れた作業面上(床0.7m)の照度が表-3のような条件を満たす場合に50%点灯になる。天候の判定は屋上の全天空用と全昼光用センサによって行なっている。天候により調光判定昼光照度を変えているのは, 晴天の青空の方が曇天空より輝度が低くなることもあり, 在室者の心理的な明るさ感と制御が一致しないことが起こることを防ぐため, くもりの日の調光判定レベルを上げて50%に調光されにくくしている。トイレについては屋外昼光センサによりトイレ内の昼光照度が100ルクス以上確保されていると判断されたとき,

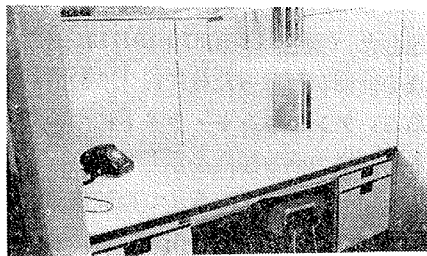


(a) ワークステーション

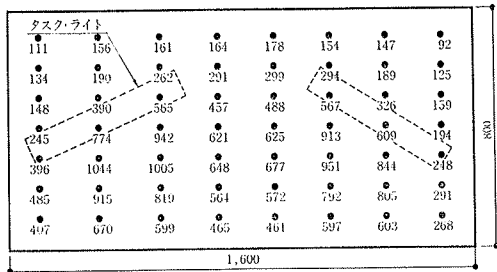


(b) 机上面照度分布(単位ルクス)

図-3 1階事務室用ワークステーション



(a) ワークステーション



(b) 机上面照度分布(単位ルクス)

図-4 2,3階研究室用ワークステーション

照明用電源がOFFになる。図-5に1年間の調光率, 消灯率の推移を, 図-6に1日の状態変化の例を示す。

(3) タイムスケジュール制御 中央管制装置によりタスク・ライトは12:00, 15:00, 17:30に強制消灯を行なっている。これは離席時の消灯もれを防ぐため, 在席者は手元のスイッチにより再点灯が可能である。アンビエント・ライトは昼休みの消灯(12:05~12:55)および残業時のインターバル消灯(17:30より1時間おき)を行なっている。いずれも室内のリモコンスイッチにより再点灯が可能である。

(4) タブレットスイッチ 会議室, 応接室など, 常時使用しない室については, プラスチックプレートを用いたタブレットスイッチによる点滅方式を採用している。このプレートは常時は事務部で管理し, 室使用者が借用するシステムとし, 室使用後の消し忘れを防止している。このスイッチは, 照明だけでなく, 室内のファンコイルユニット, VAVユニットの電源をもON/OFF

天候	段調光判定昼光照度(ルクス)	
	地下1階	2, 3階
晴れ	300	200
くもり	400	300

表-3 調光判定昼光照度レベル

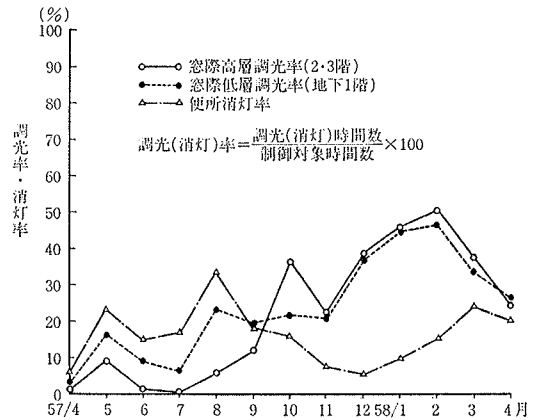


図-5 昼光利用による段調光率および消灯率

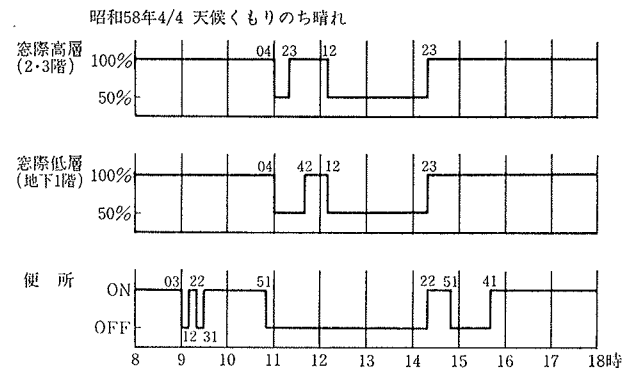


図-6 1日の状態変化の例

している。

### 3. アンケート調査結果

#### 3.1. 調査概要

アンケート調査は昭和57年8月(夏季)と、昭和58年2月(冬季)の2回にわたって行なった。調査対象は当ビルで執務する居住者全員で、表-4にその構成を示す。設問は照明に関するものは約30問で、各設問の内容は1回目、2回目ともほぼ同じであるが、設問によっては選択肢の数と内容を変更したものもある。

	夏 季			冬 季		
アンケート配布数 (回収率)	167 (100%)			154 (100%)		
性 別	男性130 女性34			男性116 女性31		
年 令	10代1 40代37	20代36 50代11	30代75 60代4	10代0 40代36	20代32 50代9	30代66 60代4
職 種	事務職39 研究職125			事務職40 研究職107		
在 席 階	地下1階6 2階72	1階22 3階64		地下1階6 2階72	1階19 3階50	

表-4 調査対象人員の構成

#### 3.2. 調査結果

アンケート調査結果のうち主なものを図-7に示す。また、各階毎に回答傾向の異なる設問について、図-8に在席階別の回答傾向を示した(冬季)。なお集計には各設問毎に無回答の数は除いてある。これらの結果から次のようなことが言える。

(1) タスク/アンビエント照明について 机上の明るさについては1回目(夏季)の調査時では明るいという回答が約80%を占めている。2回目(冬季)の調査では、選択肢に「普通」という項目を加えたが、評価はこの項目(中位)に落ち着いてきている。1階については2回目の調査時にやや暗いという回答が40%と若干多いが、有効回答者数が少ない(10名)ため、特に評価が落ちているとは言えない。

机上の明るさのむらについては2回目の調査時にやや気になるという回答が1/2を占めた、図-3および4の机上面照度分布の測定結果によれば、机上面の主作業領域で極端な照度差は見られないが、タスク・ライトの位置を少し変化させても机上面の照度分布が大きく変化するために、このような結果になったと思われる。

タスク・ライトのまぶしさ、フリッカについては、気にならないという回答が50%以上を占めているものの、気になるという回答も2回目の調査時にやや増加している。タスク・ライトに使用しているプリズムパネルの輝度は約1,500~2,500 nt(裸の蛍光灯の輝度は約8,000 nt)であるが、光源が目の近くにあり、机上の視作業中に光源が視野内に入ったり入らなかったりするた

め、まぶしさを感じやすくなっていると思われる。フリッカはほとんどが蛍光灯管端部のエンドフリッカであり、現状ではある程度やむを得ないものであるが、最近管端部に磁界を印加することにより、これを改善できるという報告もある<sup>4)</sup>。

書類などの読みやすさについては1回目の調査時に読みやすいという回答が読みにくいという回答を上廻ったが、どちらも言えないという回答が1/2を占めた。これは読みやすさの基準があいまいであったためと考えられたので、2回目の調査時では設問を変更して光膜反射について具体的に質問したが、ほぼ問題ないと言える。

手暗がりについては2回目の調査時に評価が向上し、気にならないという回答が60%を占めた。これは居住者がタスク・ライトの使い方に慣れてきたためと考えられるが、2,3階に比べて1階ではやや評価が悪い。

机上の周囲の明るさの差についても、2回目の調査時に評価が向上し、慣れによる影響が出ているが、1階では評価がやや悪い。これは、1階では低いパーティションを使用しているために、机に向かって作業している時に視野内に室内全体が入り、視野内の輝度と机上面の輝度との差が大きくなっているためと考えられる。これに対して2,3階ではパーティションが高く、視野内の輝度差が小さくなっているために、評価が高いと考えられる。

アンビエント・ライトのまぶしさについては全く問題は出ていない。

(2) インターバル消灯について タスク・ライトのインターバル消灯については、不愉快という回答が気にならないという回答を上廻っている。このような方式は、居住者の省エネルギー意識が向上すれば不必要となるものであるが、離席時のタスク・ライトの消灯も利用率を調査したところ、インターバル消灯がかかる直前に20%以上に達した(調査は昭和57年10月13日実施)。このような調査を何回か行なった後に、今度の方針を決定する予定である。アンビエント・ライトについても、タスク・ライトと同様の回答傾向を示している。

(3) 昼光利用について トイレの消灯および窓際段調光についてはほとんど問題が出ていない。2,3階ではタスク/アンビエント照明方式を採用しているため、窓際一列の照明器具の明るさが1/2になっても、机上の作業にはほとんど影響がないと言える。しかし地下1階では全般照明方式をとっているため、段調光が行なわれた時にはほとんどの人が気付き、気になるという回答も2,3階より多い。しかし2回目の調査では不快感に対する評価も向上し、段調光の頻度についても多いという回答はなく、問題ないと言える。

(4) タブレットスイッチの採用について 全体とし

て賛成者が多く、問題の少ないシステムであると言える。

(1) タスク/アンビエント照明について

①机上の明るさ	夏	かなり明るい 28%	比較的明るい 50%	どちらとも 4%	やや暗い 14%	かなり暗い 3%	
	冬	かなり明るい 11%	やや明るい 11%	普通 56%	やや暗い 25%	かなり暗い 2%	
②机上の明るさのむら	夏	気にならない 56%			気になる 36%		
	冬	気にならない 36%			やや気になる 52%		
③タスク・ライトのまぶしさ	夏	感じない 63%			感じる 26%		
	冬	感じない 58%			やや感じる 32%		
④タスク・ライトのフリッカ	夏	気にならない 65%			気になる 24%		
	冬	気にならない 50%			やや気になる 29%		非常に気になる 16%
⑤書類の読みやすさ (タスクライトの光が低面に反射して気になるか)	夏	読みやすい 36%		どちらとも言えない 49%		読みにくい 15%	
	冬	ほとんど気にならない 42%		やや気になる 36%		非常に気になる 18%	
⑥手暗がり	夏	ほとんど気にならない 40%			時々気になる 21%		常に気になる 39%
	冬	ほとんど気にならない 52%			やや気になる 34%		
⑦机上で周囲の明るさの差	夏	ほとんど気にならない 34%		気になる時もある 21%		常に気になる 45%	
	冬	ほとんど気にならない 47%		やや気になる 39%			
⑧天井付照明器具のまぶしさ	夏	まぶしくない 93%			まぶしい 7%		
	冬	まぶしくない 88%			まぶしい 12%		

(2) インターバル消灯について

①0.3階における勤務時間中のタスク・ライトのインターバル消灯	夏	ほとんど気にならない 15%	あまり気にならない 30%	比較的不愉快 23%	かなり不愉快 30%
	冬	ほとんど気にならない 14%	あまり気にならない 31%	比較的不愉快 31%	かなり不愉快 28%
②タスクライトのインターバル消灯は今後継続してほしいか	夏	このまま継続しても差し支えない 55%		止めるべきである 29%	その他 12%
	冬	このまま継続しても差し支えない 48%		止めるべきである 34%	その他 18%
③2.3階の天井付照明器具のインターバル消灯	夏	ほとんど気にならない 9%	あまり気にならない 26%	多少不愉快 37%	かなり不愉快 28%
	冬	ほとんど気にならない 6%	あまり気にならない 24%	多少不愉快 34%	かなり不愉快 37%

(3) 昼光利用について

①段階調光をしたときに気がつくか	夏	全く気がつかない 67%		たまに気がつく 20%	ほとんど気がつく 12%	
	冬	全く気がつかない 61%		たまに気がつく 28%	ほとんど気がつく 11%	
②100%点灯から50%に切り替わった時	夏	気にならない 83%			比較的気になる 10%	非常に気になる 7%
	冬	気にならない 62%		どちらとも言えない 18%	やや気になる 20%	
③50%点灯から100%に切り替わった時	夏	気にならない 84%			比較的気になる 9%	非常に気になる 7%
	冬	気にならない 69%		どちらとも言えない 18%	やや気になる 12%	
④段階調光の頻度	夏	どちらとも言えない 93%				
	冬	どちらとも言えない 94%				
⑤トイレの明るさ	夏	適 60%	どちらとも言えない 11%	やや暗い 25%	暗すぎる 4%	
	冬	適 64%	どちらとも言えない 11%	やや暗い 20%	暗すぎる 5%	
(4) デブレットスイッチについて	①デブレットスイッチの採用に対して					
	夏	賛成 59%		どちらとも言えない 35%	反対 6%	
冬	賛成 58%		どちらとも言えない 35%	反対 7%		

図-7 アンケート調査結果

(各設問とも上段夏季、下段冬季の集計結果)

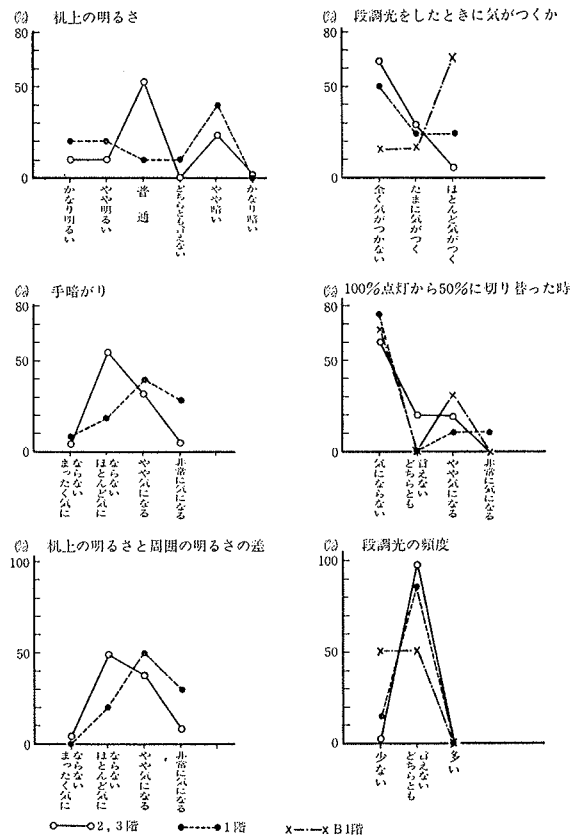


図-8 各階別の回答傾向 (冬季)

4. おわりに

2回のアンケート調査結果を通して、この建物の照明環境が半数以上の居住者に受け入れられていることがわかった。特に昼光利用、タブレットスイッチについてはほぼ問題がない。タスク/アンビエント照明方式については、この方式が従来の全般照明方式とは全く異なる照明方式であるため、受け入れられにくい側面もあわせ持っている事も事実であり、今後このような照明方式を定着させていくためには、室内の輝度分布、タスク・ライトのまぶしさ、フリッカの改善、タスク・ライトとアンビエント・ライトの合理的な組み合わせ等について、さらに検討を加えていく必要がある。

参考文献

- 1) 酒井, 清水, 斉藤: 省エネルギー化を計った建物に関する研究 (その4), 日本建築学会大会学術講演梗概集, (昭和58.9), pp. 895~896
- 2) 清水, 酒井: 同上 (その5), 同上誌, pp. 897~898
- 3) 田中, 岡, 渡辺: 超省エネルギービルにおける室内環境調査 (その1), 大林組技術研究所報, No. 27, (1983), pp. 1~5
- 4) 木本, 松尾: 磁界印加によるエンドフレッカ防止技術の開発, 照明学会全国大会論文集, (昭和58), p. 8