

夜間就寝時に高齢者が利用するトイレに適した照明計画

小松義典¹⁾, 井上智樹²⁾, 玉田貴喜³⁾

¹⁾名古屋工業大学, ²⁾大阪大学, ³⁾(株)フジタ

Lighting Plan for Elderly Using Toilet in the Nighttime

Yoshinori KOMATSU¹⁾, Tomoki INOUE²⁾, Takayoshi TAMADA³⁾

¹⁾Nagoya Institute of Technology, ²⁾Osaka University, ³⁾Fujita Corporation

Abstract: From our research about the illumination using condition targeting the elderly who often use the toilet in the midnight, we learned that it is unconsidered about the action while using the path to toilet and the illumination. In this study, by introducing the LED light having a high degree of freedom of the installation position and light distribution, we considered the suitable lighting condition for the elderly while using the toilet in the midnight.

Key words: elderly housing, toilet using condition, illuminance distribution, illumination simulation

要旨: 就寝時にトイレを利用することが多い高齢者を対象にした照明の使用状況調査から、トイレまでの経路やトイレ内の照明が利用時の行動に配慮されていないことが分かっている。本報では、設置位置や配光設定の自由度が高いLED照明を導入することで、高齢者の夜間就寝時のトイレ利用に適した照明の検討を行った。

キーワード: 高齢者施設, トイレ利用実態, 照度分布, 照明シミュレーション

1. はじめに

通常の健康な成人は、夜間就寝時にトイレを利用することは少なく、住宅の照明も途中起床時への配慮は殆どみられない。しかし、加齢に伴い、就寝時にトイレのための途中起床回数が多くなることが知られている。この際に、明るすぎると再入眠の支障になり(鳥居 1999 等), 暗すぎると転倒等の危険性が生じる(延原ら 1997)。このため、円滑な再入眠ができ、安全が確保された夜間就寝時のトイレ利用に配慮した照明計画が求められている(野口 2004)。

既報(小松ら 2012)では、軽費老人ホームにおいて、就寝時のトイレ利用に関するアンケート調査と照明環境の実測調査を行った。アンケートから、9割以上が就寝時にトイレを利用し、トイレまでの経路の照明を点灯しない者が多数を占めることが分かった。実測からは、各器具の点灯状態を変えると暗すぎるか明るすぎるかの両極端の照度分布となることから、足元灯や調光器具の必要性が示された。

本研究では、LED が急速に普及してきたことから、既存器具をLED光源に変更した場合と、低位置に間接照明を導入した場合の改善効果を照度シミュレーションにより検討し、就寝時のトイレ利用に適した照明計画を進める。

2. 方法

2.1 対象施設

既報では、日常生活に介助を要しない高齢者が多く、アンケートへの回答が可能なこと、および、住居が規

格化されているために利用状況の比較が容易なことから、軽費老人ホームを検討対象に選定した。さらに、高齢期の居住環境の変化が転倒など家庭内事故の増加をもたらす(早川 1997)ことから、入退きの頻度が高い高齢者専用施設での改善要求が高いと考えて、本報の対象も同施設とした。個人用居室の平面図、照明器具の位置と仕様、および、想定したトイレ利用時の往復の経路と照度の検討位置を図1に示す。

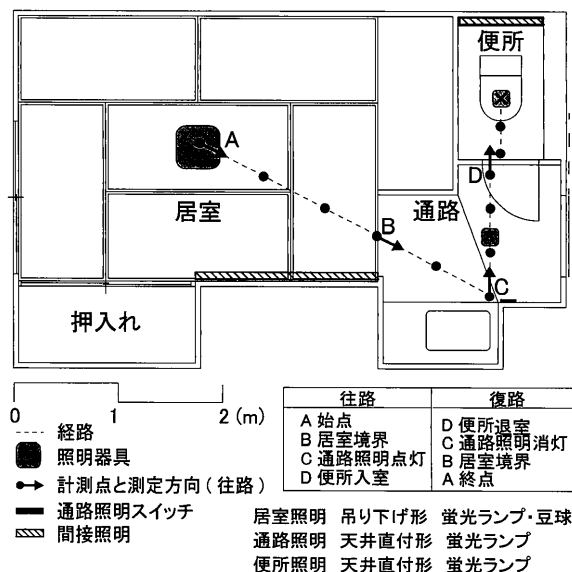


図1 対象施設の居室平面図とトイレ利用時の動線

2.2 照明シミュレーション

対象施設の居室は畳や壁紙等の拡散性の高い反射性状をもつ内装材で構成されていることから、各部材の拡散反射率を設定した光束伝達法（ラジオシティ法）による照度シミュレーションを採用し、ソフトウェアはDIALux（Ver. 4.12）を用いた。

室内各部の反射率は、天井 70%、壁面 50%、床面（畳）40%、床面（タイル）50%、天井・床面の木部 40%とした。また、計算メッシュは 550mm、顔面照度の算出高さは立位（歩行時）FL+1,360mm、椅座位（用便時）FL+1,010mm に設定した。

2.3 LED を用いた改修案の設定

LED を利用することで、調光と配光特性の設定の自由度が向上する。また、発熱が少ないため、低い位置への設置でも安全が確保できる。そこで LED を利用した改修として、1) 現況の照明器具の設置位置は変更せず LED 光源、または、LED 照明に変更する改修、2) 低位置に LED 光源を用いた間接照明を新設する改修の2案を検討する。

設置位置を変更しない改修では、まず、既存器具の光源を取り替え、居室照明の保安灯を高照度化、通路と便所を低照度化する改修案を検討する。床面照度を安全が確保できる範囲である 3~10lx に調整した場合の顔面照度を確認する。次に、照明器具を取り替えることで、居室においては、吊り下げ高さを 200mm 間隔で3段階に変化させる。便所内では、開放形埋込照明を密閉形とし、前面フードの透過性能を半直接形と全般拡散形の2段階に設定した。

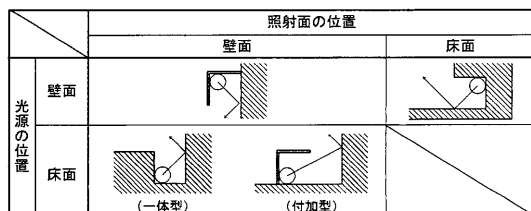


図2 検討対象とした間接照明の方式

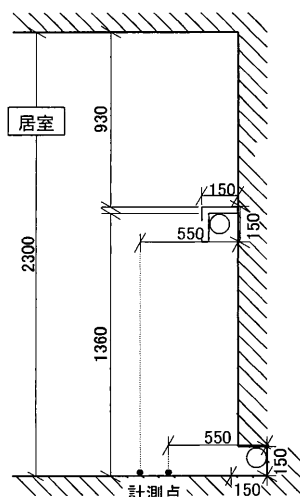


図3 間接照明の設置例（断面図）

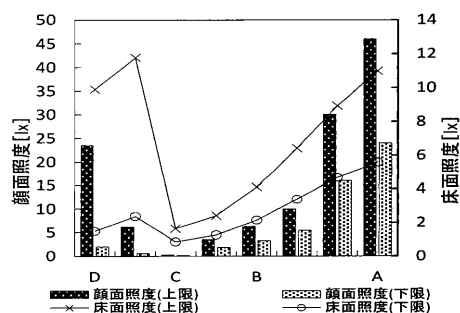
間接照明の方式については、既往研究（池田ほか2008）の分類を参考にして、図2に示すように壁面設置と床面設置のそれぞれに壁面照射と床面照射の4方式を検討する。また、光源の設置位置を水平と垂直、配光角度を 60°、120°、180° に設定して比較する。壁面設置の場合の高さは、150, 550, 960, 1,360mm を設定した。設置例の断面図を図3に示す。

各設定において、照射距離が最長となる設置・配光角度を定め、その時の水平面照度が適正範囲に達するのに要する光束量、および、顔面照度の比較を行う。間接照明の設置箇所は図1に示す経路間と便所内の2カ所とし、検討位置はA~Dとした。

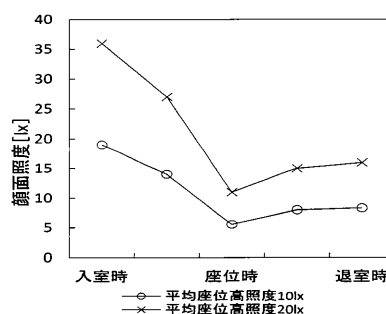
3. 結果と考察

3.1 現状器具の光源を交換する改修案

3カ所の照明器具の光源を交換し、床面照度及び作業面照度を適正範囲としたときの下限值と上限値の水平面照度と顔面照度を図4に示す。また、居室内の照度分布の



a) 経路間（居室・通路照明併用）



b) 便所内

図4 光源変更時の水平面照度と顔面照度

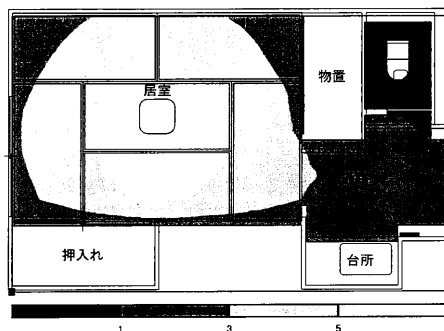


図5 光源変更時の水平面照度分布（下限）

一例として、下限値に調整した場合を図5に示す。

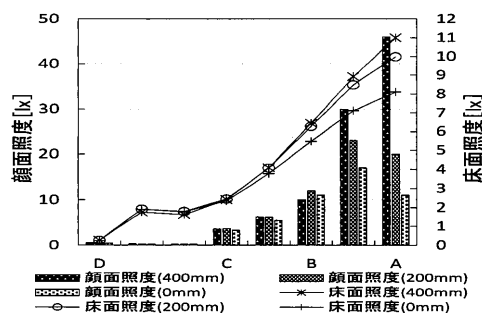
通路は調光により適正な環境が得られているが、居室照明の直下付近や便所入室時には急激な顔面照度の上昇がみられる。顔面照度の上昇は生理的緊張状態を引き起こし、再入眠の支障となる懸念があるため、さらなる改善が必要と考えられる。

3.2 照明器具を交換する改修案

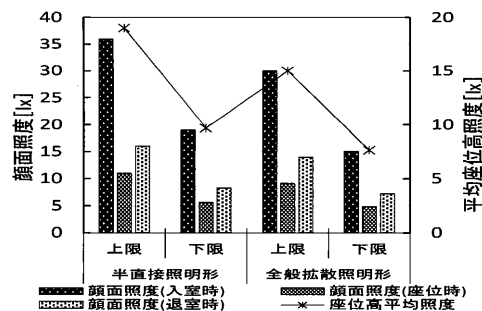
顔面照度のさらなる抑制を目的として器具を変更した場合の水平面照度、および、顔面照度の変化を図6に示す。

これより、便所照明器具の密閉型への変更は、顔面照度・床面照度共に減少効果が高いことが分かる。一方、居室照明の吊り下げ高さを変えた場合、床面照度の減少割合よりも顔面照度の減少割合が高く、顔面照度の抑制に有効であることが分かる。ただし、暗順応状態において生理的影響が小さいとされている顔面照度 3lx 以下(野口2004)への低減は難しい。

以上より、天井照明の交換だけでは、途中起床時における照明環境を十分に整備することは困難であり、顔面照度が小さくなる足下灯などの必要性が示唆される。



a) 居室照明器具



b) 便所照明器具

図6 器具の変更による水平面及び顔面照度の変化

3.3 低位置への間接照明の導入

図3の設置例に示すように間接照明端部から550mm地点の床面照度を算出し、適正範囲の上限値である10lxとなる光束量、および、顔面照度を求めて図7に示す。

床付き形は、いずれの設定でも光束量・顔面照度共に大きく、壁付き形の優位性が確認できた。これ以降は、壁付き形について、設置高さ、配光角度の影響を便所利用経路と便所内に分けて検討した結果を示す。

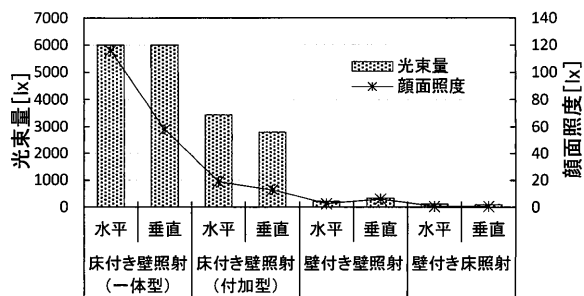


図7 間接照明各方式の所要光束量と顔面照度

1) 経路間における仕様の検討

壁付き床面照射・光源垂直設置、および、壁付き壁面照射・光源水平設置の2方式について、設置高さや配光角度別の所要光束量を求めて図8に示す。

両方式共に必要光束量が最小となるのは、設置高550mmで配光角度180°の設定であった。床面に近く、広い配光特性が有効であることが確認できた。

この設定で間接照明を点灯したときの、床面及び顔面照度を図9、床面照射方式の照度分布を図10に示す。

床面照射方式の効率が高いこと、および、両方式とも居室と通路の端部までは床面照度が適正に確保させていることが分かる。一方、いずれも通路部の照度が不足し、暗い中を通路照明のスイッチまで移動する必要がある。

この対策としては、通路照明に3路スイッチを設置して通路と居室の両方で点灯できるようにし、併せて夜間用に照度を抑える調光装置も設置することが有効であろう。通路照明併用時の照度分布の一例として、通路照明を下限値に調光した場合を図11に示す。便所前まで適正な床面照度が確保されている。

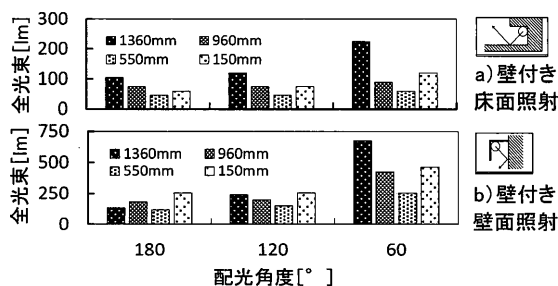


図8 設置高と配光角度別の所要光束量(経路間)

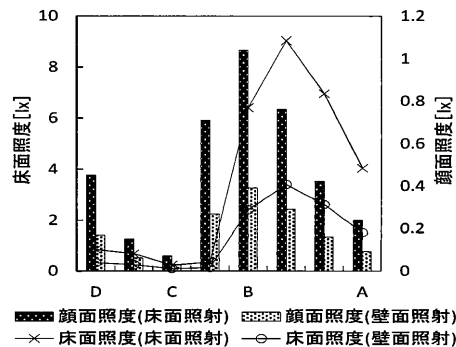


図9 各地点の顔面照度と床面照度(経路間)

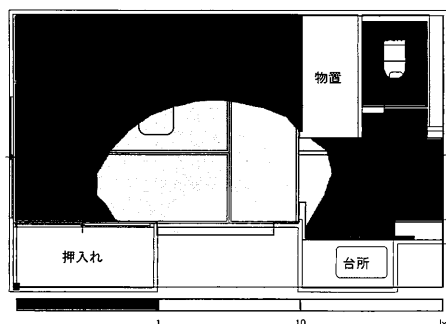


図10 壁付き床面照射照明の床面照度分布

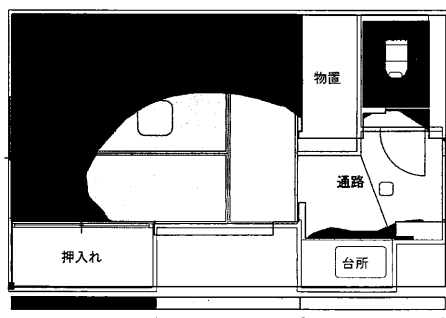


図11 通路照明併用時の床面照度分布の一例

2) 便所内における仕様の検討

入室時の座位高照度が下限値10lxとなるように設定したときの設置高さ、配光角度別の所要光束量を図12に示す。なお、座位高照度の算出点より低い150mm、及び座位時の眼高より高い1360mmを除いた。

両方式共に設置高960mmの場合の所要光束量が小さい。床面照射の効率が高いのは経路の場合と同様であるが、配光角度の差が小さいところが異なる。

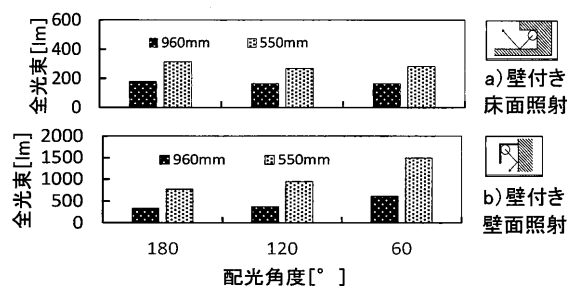


図12 設置高と配光角度別の所要光束量(便所内)

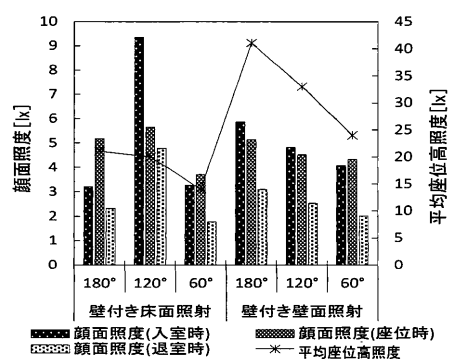


図13 照明方式・配光角度と各照度の関係(便所内)

設置高960mmの配光角度別の各顔面照度及び平均座位高照度を求めて図13に示す。

両方式とも配光角度が小さい(指向性が強い)光源ほど、平均座位高照度が低い。入室時の顔面照度については、床面照射の配光角度60°と180°が小さい一方で、120°の場合が最大となっている。照射方式に加えて配光角度の調整が必要なが分かる。

4. まとめ

多くの高齢者が日常的に利用する就寝時のトイレの照明環境を照度シミュレーションにより検討し、安全が確保できる明るさと再入眠に支障のない暗さを確保できる改修案を提案した。

調光性能が高く、配光特性の自由度も高いLED光源を利用することで、既存照明の簡易改修による床面照度の改善が確認できたが、顔面照度の抑制には足下灯等の設置が必要ながも分かった。

LEDは器具が小さく、発熱も小さいことから低い位置への設置でも安全性の確保が期待できる。低位置の間接照明として利用する場合を検討し、居室および便所内のそれぞれに適した仕様を示すことができた。

今後は、順応状態の変化を考慮した検討を進めていきたいと考えている。

謝辞 本研究を進めるにあたり、測定にご協力をいただきました軽費老人ホームの皆様へ感謝申し上げます。

5. 文献

- 鳥居鎮夫 1999. 睡眠環境学, 朝倉書店.
- 延原理恵, 宮野道雄, 土井正, 山下久仁子 1997. 夜間就寝時の寝室・便所間の経路環境に関する研究-高齢者の転倒事故の危険性-, 日本生理人類学会誌 2(4): 9/16.
- 野口公喜 2004. 快適な睡眠のための照明環境, 照明学会誌 88(12):941/944.
- 小松義典, 玉田貴喜 2012. 夜間就寝時に高齢者が利用するトイレの照明と満足度, 人間-生活環境系シンポジウム報告集 36:21/24.
- 早川和男 1997: 居住福祉, 岩波書店.
- 池田太郎・真鍋恒博 2008: 建築化照明の構法的分類及びその特性に関する考察, 日本建築学会学術講演梗概集 E-1:993/994.

<連絡先>

連絡先氏名 小松義典

住所 〒466-8555 愛知県名古屋市中区御器所町

所属 名古屋工業大学大学院ながれ領域

E-mail アドレス kom2@nitech.ac.jp