

良好な睡眠環境を誘発可能なハンディ型有機 EL 照明の開発

横江 彩

加藤 美穂子（あいち小児保健医療総合センター）、中部 万里子（太陽商事株式会社）、
木村 和久（ストーリーオ株式会社）

本研究は、施設環境（光、温熱、音、空気）の中で、医療機器への妨害電磁波（ノイズ）等最も影響のある光（照明）環境に焦点を当て、太陽光とほぼ同じ波長特性を保有する有機 EL 照明の人体への影響について探り、建築分野へ普及促進を目的としている。本年度は、簡易的に設置可能なハンディ型有機 EL 照明を製作した。また、人体への影響を調べるために、LED 照明と有機 EL 照明とを用いて睡眠状態を比較した。有機 EL を用いた場合は、長く睡眠潜時がかかり、かつその長さが短い、という被験者はおらず、心理的にも肯定的な項目での評価が高かった。さらに、あいち小児保健医療総合センターにて、医療機器への妨害電磁波の大小を、同じく LED 照明と有機 EL 照明とを用いて実施した。その結果、LED より有機 EL のノイズが少ないことが分かった。

1. はじめに

昨今、病院の環境は大変過酷な状況下にある。そもそも、病院には様々な立場の人が存在し、その環境は全ての人を満足させ得るものではない。もし、少しでも生理・心理的にストレスを低減可能な施設環境を構築することが出来れば、医療従事者の忙しさ故の心のぎすぎす感の低減やサーカディアンリズムが乱れた患者に起こる ICU 症候群等を緩和可能かもしれない。

本研究は施設環境（光、温熱、音、空気）の中で、医療機器への妨害電磁波（ノイズ）等最も影響のある光（照明）環境に焦点を当て、太陽光とほぼ同じ波長特性を保有する有機 EL 照明の人体への影響について探り、建築分野へ普及促進を目的としている。人体への影響では、サーカディアンリズムを考慮し、就寝前の照明環境が睡眠状態へ及ぼす影響について探ることとしている。色温度のみならず波長特性の睡眠への影響を考慮した研究であり、新規性が高い研究内容である。

2. 研究内容

2.1 ハンディ型有機 EL 照明の構築

昨年度までの試作品にて、普及版とするに至らない要因を究明した。その要因を払拭する素材、形状、等を考慮し、普及版とするに堪えうるハンディ型有機 EL 照明を構築した。

2.2 人体への影響

従来の有機 EL 照明を使用し、LED 装置との比較のために被験者実験を行った（「被験者実験 1」とする）（図 1 参照）。対象は若年健常者（男女 10 名）であった。就寝前に LED とハンディ型有機 EL 照明下で 30 分間読書をしてもらい、その後の睡眠状態を比較した。アンビエント照明は消した状態で、本に対して上方 30 [cm] の位置に 300-350 [lx] に設定した照明器具を配置した。測定項目として、生理反応（睡眠計・活動量）、心理反応（睡眠評価・疲労度合い）を見ることとした。

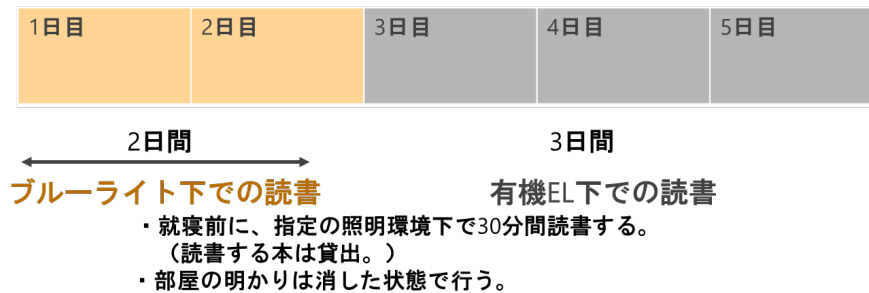


図1 被験者実験の流れ

さらに、試作したハンディ型有機 EL 照明を用いて被験者数を 2 名と限定し、LED 装置との比較のために被験者実験を行った（「被験者実験 2」とする）。ここでの測定項目は従来型の有機 EL 照明を用いた実験と同じであった。

2.3 計測機器へのノイズ調査

あいち小児保健医療総合センターにて、重症患者室内の電磁環境ノイズ（磁界による誘導雑音）の確認、ならびに重症患者室内における等電位設置状況の確認を行った。この確認では、①患者ベッド付近の電磁環境を確認し、②ノイズ混入の有無を測定し平坦脳波（ECI）測定が可能かを確認した。

日時は 2021 年 1 月 14 日、10 月 26 日、場所は順に PICU10 号室→LED、32 病棟 3208 室（神経ユニット）→有機 EL 照明、であった。

測定方法は、①雑音磁界測定器（AX-101A 日本光電製）にて室内環境及び配備されている機器の磁界を測定、②等電位設置は分電盤にて配線状況とデジタルマルチメーター（FLUKE115 FLUKE 製）によるアース端子間の抵抗値と電位差（DC）を確認、した。

3. 結果

3.1 ハンディ型有機 EL 照明の構築

今までの研究経緯では、LED と同等のコストにて簡易的に設置可能な普及版を製作することで、有機 EL の建築業界への浸透を図ろうとしていた。しかし、コストを重視し、3D プリンタで製作した試作品は、ヒンジの強度や、アクリル造形物がねじりの力に弱いなど、見た目と強度に耐えうるものは出来難かった。そこで、今年度は、コストではなく、品質を重視し、見た目は無垢材を使用した薄板加工技術と、強度は斜めの相欠きを用いた組み立て式とすることで解決を狙った（図 2,3 参照）。

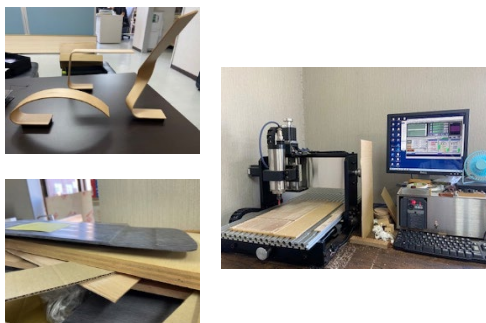


図2 加工過程

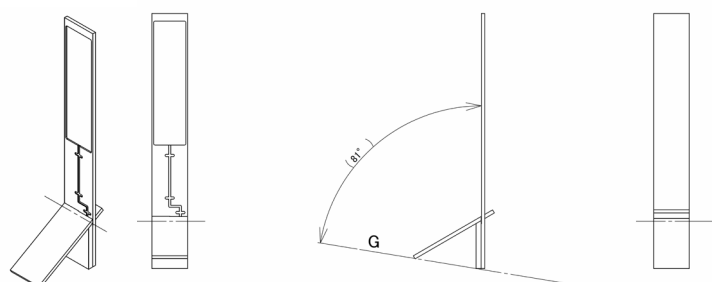


図3 ハンディ型有機 EL 照明の外形

3.2 人体への影響

被験者実験での照明条件を図 4 に示す。有機 EL 照明では波長が長い側にピークがあり、太陽光の波長に比較的似ている。

睡眠潜時と深い睡眠の長さを図 5,6 に示す。睡眠潜時とは、睡眠を開始してからノンレム睡眠（深い睡眠）に至った時間である。この結果から、有機 EL を用いた場合は、長く睡眠潜時がかかり、かつその長さが短い、という被験者はいなかったことが分かる。他方、心理的な結果として、図 7 に示す POMS の結果では、肯定的な項目である「やる気でいっぱい」「他人を信頼する」といった項目において特に有機 EL の方が良い評価を得ていることが分かる。

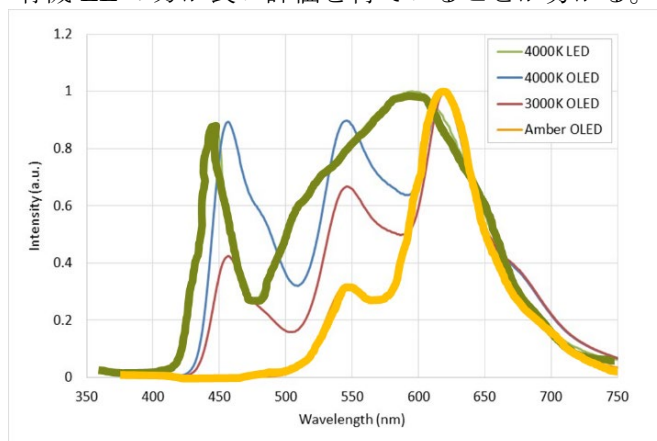


図 4 照明条件

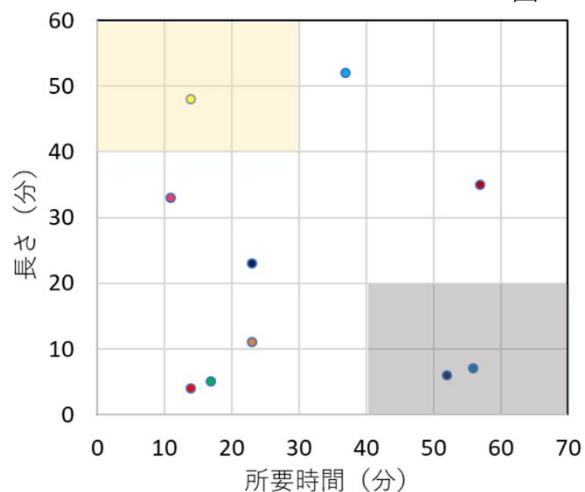


図 5 睡眠潜時と長さ (LED)

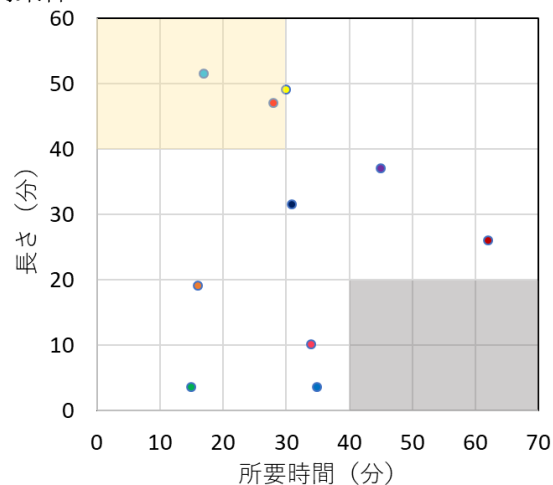


図 6 睡眠潜時と長さ (有機 EL)

3.3 計測機器へのノイズ調査

(1) PICU10 号室→LED

ノイズ測定結果を表 2 に示す。頭部周辺の電磁ノイズは、最大で右側面の 2.7mG の値を計測し、最小でも垂直部で 1.8mG であった。法的脳死判定²⁾のための脳波（平坦脳波）を測定するための基準として、周辺ノイズが 10mG 以上であると対策が必要となり、5mG 以下であれば測定可能、ということとなっており、基準は満たしてはいるものの、これ以上大きな値を出す可能性を除去する必要がある。

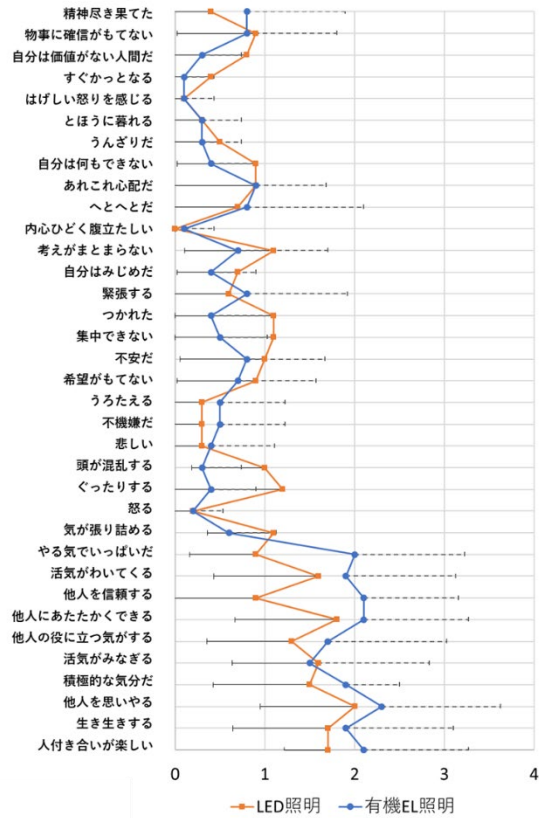


図 7 POMS

表 1 ノイズ測定結果 (LED)

【測定部】	【電磁ノイズ最大値】	【備考・状態】
頭部垂直	1.8mG	(周辺機器使用中)
頭部水平	2.4mG	(周辺機器使用中)
ベッド左側面	2.3mG	(周辺機器使用中)
ベッド右側面	2.7mG	(周辺機器使用中)
人工呼吸器(MAQUET SERVO-U)	74mG	(ベッド右側で使用)
加温加湿器(Fisher&Paykel MR850)	420mG	(ベッド右側で使用)
輸液ポンプ(TERUMO TE-261)	18.4mG	(ベッド頭部左側で使用)
シリンジポンプ(TERUMO TE-351Q,TE-331)*2台	9.4mG	(ベッド頭部左側で使用)
生体情報モニタ(Philips MX800)	7.0mG	(ベッド頭部右側で使用)
脳波計(日本光電 EEG-1200)	490mG	(ベッド左側で使用)
デスクトップパソコン (hp)	1.6mG	(ベッド足元右側で使用)
ノートパソコン (hp)	3.4mG	(ベッド足元右側で使用)
ベッド左側シーリングアームのコンセント面	13.0mG	-
ベッド右側シーリングアームのコンセント面	37.7mG	-

(2) 32 病棟 3208 室 (神経ユニット) →有機 EL 照明

ノイズ測定結果を表 3 に示す。表 2 に示す LED に比較すると最大値である左側面の 2.6mG が同程度の測定値であった。しかし、他の場所は 1.5mG 以下であり、比較すると良好な環境を形成できていると言えよう。また、有機 EL を ON 時と OFF 時の比較から、ON にしても左側面以外は変化がなく、良好な環境を形成できている。

表 3 ノイズ測定結果 (有機 EL)

【測定部】		【電磁ノイズ最大値】	【備考・状態】
有機 EL 照明 電源 ON 時	頭部垂直	1.0mG	(周辺機器使用中)
	頭部水平	1.5mG	(周辺機器使用中)
	ベッド左側面	2.6mG	(周辺機器使用中)
	ベッド右側面	1.0mG	(周辺機器使用中)
有機 EL 照明 電源 OFF 時	頭部垂直	1.0mG	(周辺機器使用中)
	頭部水平	1.0mG	(周辺機器使用中)
	ベッド左側面	1.6mG	(周辺機器使用中)
	ベッド右側面	1.0mG	(周辺機器使用中)
人工呼吸器 (Philips トリロジー 02PLUS)		40.1mG	(ベッド頭部左側で使用)
加温加湿器 (Fisher&Paykel MR850)		420mG	(ベッド頭部左側で使用)
輸液ポンプ (TERUMO TE-261)		11.1mG	(ベッド頭部右側で使用)
シリンジポンプ (TERUMO TE-351Q)		2.1mG	(ベッド頭部右側で使用)
生体情報モニタ (Philips M8105A)		18.1mG	(ベッド足元右側で使用)
脳波計 (日本光電 EEG-1250)		256mG	(ベッド足元左側で使用)
脳波計サブディスプレイ (富士通)		3.3mG	(ベッド足元左側で使用)
サブディスプレイ用アイソレーショントランス		865mG	(ベッド足元左側で使用)
液晶テレビ		1.5mG	(ベッド上部で使用)
テレビカードリーダー		3.6mG	(ベッド上部で使用)

(3) 注意点

以上のノイズ測定結果から以下のことを注意する必要がある。この注意点は LED、有機 EL 照明のどちらにも当てはまっている。

- ・ 人工呼吸器、加湿器はベッドから 80 cm 以上距離を取る必要がある。
- ・ 輸液ポンプ、シリンジポンプはベッドから 65 cm 以上距離を取る必要がある。
- ・ 生体情報モニタはベッドから 20 cm 以上距離を取る必要がある。
- ・ 脳波計はベッドから 80 cm 以上距離を取る必要がある。
- ・ その他、医療機器の電源ケーブルは極力ベッドには近づけない。
- ・ 使用しない機器は電源コードを抜いておく。

4. まとめ

簡易的に設置可能なハンディ型有機 EL 照明を製作し、人体への影響を調べるために、LED 照明と有機 EL 照明とを用いて睡眠状態を比較した。その結果、有機 EL 照明を用いた場合は、長く睡眠潜時がかかり、かつその長さが短い、という被験者はいなかった。すなわち、質の良い睡眠状態を得られている可能性が示唆される。さらに、心理的には起床時に行った気分評価 POMS におい

て、有機 EL 照明を用いた条件の方が、LED 照明を用いた条件より肯定的な項目での評価が高かった。さらに、あいち小児保健医療総合センターにて、医療機器への妨害電磁波の大きさを、同じく LED 照明と有機 EL 照明とを用いて実施した。その結果、LED より有機 EL のノイズが少ないことが分かった。以上より、有機 EL 照明の LED 照明に対する優位性が多く示される結果となり、今後の製品開発への大きな成果となったと言える。

参考文献

- 1) 医学検査認知症予防のための検査特集 第六部 その他の検査第 3 章 睡眠検査, 野田明子, 宮田聖子著, 医学検査, Vol.66 No.J-STAGE-2, 2017
- 2) 法的脳死判定マニュアル <https://www.mhlw.go.jp/file/06-Seisakujouhou-10900000-Kenkoukyoku/noushi-hantei.pdf>