

高輝度LEDを用いた光治療器の開発

著者	相津 佳永, 三浦 淳, 湯浅 友典, 須貝 保徳
雑誌名	室蘭工業大学地域共同研究開発センター研究報告
巻	23
ページ	27-30
発行年	2013-02
URL	http://hdl.handle.net/10258/00009055

高輝度 LED を用いた光治療器の開発

相津 佳永^{*1}, 三浦 淳^{*2}, 湯浅 友典^{*1}, 須貝 保徳^{*3}

1 はじめに

厚生労働省の調査では平成8年には43.3万人だったうつ病などの気分障害の総患者数は、平成20年には104.1万人と12年間で2.4倍に増加しており、現在も有効な対策手段が見いだせないまま増加の一途を辿っている。うつ病など気分障害の治療法としては抗うつ薬、抗不安薬、抗精神薬（気分安定薬）、睡眠導入薬などを用いた薬物療法が一般的であるが、各種副作用を伴い、中でも過剰摂取による自殺衝動が問題となっている。これに対して重篤な副作用をほとんど伴わない、光を用いた治療法が注目されおり、各種治療器が市販されている。しかし、照度を確保するために装置が大型で、また、規定の照度を得るために治療中は動けないなど使い勝手が悪く、広く普及するまでに至っていない。

本研究では、照明装置に高輝度LEDを用いることで、装置の小型、軽量化を実現し、治療中에서도行動可能な装着型の光治療器の開発を行った。また、本装置の有用性を使用試験にて検証した。

2 光療法の原理

2.1 体内時計と生体リズム

ひとには体内時計が存在し、その周期は約25時間である。そのため1日に1時間のリズムのずれが生じることになるが、光刺激により体内時計はリセットされる。つまり、朝起床して光を浴びると、脳のほぼ中央にある松果体から分泌される睡眠ホルモンのメラトニンが抑制され、体内時計がリセットされる。その後、14~16時間後に再びメラトニンが分泌され、夜になるころ眠くなる⁽¹⁾。

しかし、朝起床して光を浴びることができないと、正しい生体リズムが作られず、睡眠障害やうつ病など

各種疾患や病態の原因となる。そこで、光療法では強制的に朝の起床後に光を与えることで体内時計をリセットし、図1に示すような、より良い生体リズムへと変化させることを目的としている。

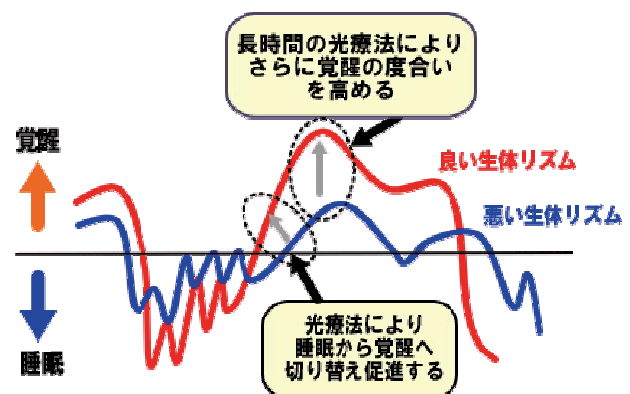


図1 光療法による生体リズムの変化

2.2 高照度光療法

光療法に用いる光源の照度は2,500 lx以上必要で、表1に示すように、一般的な室内の照明では照度が不十分であることが分かる。また、表2に示すように、治療にかかる時間は、照度と反比例の関係にある。

本研究では、朝起床後の時間が限られる現代人の生活スタイルを考慮し、照度10,000 lx、照射時間30分を実現する装置の開発を行った。

表1 生活環境の照度

生活環境	照度 (lx)
夏の晴天	100,000
晴天時の日陰	10,000
曇天	5,000
パチンコ店	1,000~2,000
事務所	300~800

*1 もの創造系領域

*2 ひと文化系領域

*3 株式会社電制

表 2 照度と照射時間の関係

照度 (lx)	照射時間 (min)
2,500	120
5,000	60
10,000	30

3 高照度光治療器

図 2 に今回開発した高照度光治療器の外観を示す。作業用セーフティグラスに、図 3 に示す様に指向性 90 度、光度 1,400 mcd の高輝度白色 LED を 7 個基板に配置し、さらに LED から照射光が直接視線に入らないよう、図 4 に示す様に基板から 7mm の位置に拡散板を配置したパーツを左右に各 1 個取り付けた。



図 2 今回開発した高照度光治療器

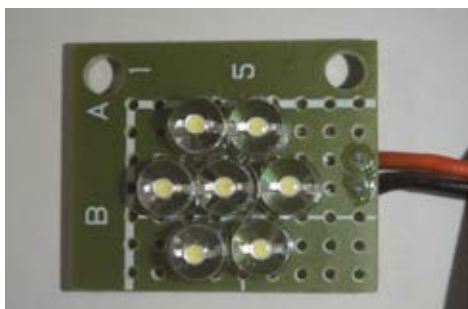


図 3 高輝度 LED



図 4 拡散板

2 個の LED 照明パーツの、中心に配置された LED の間隔は、AIST 人体寸法データベースの瞳間隔の平均値を参照し、600 mm に設定した。また、2 個の LED 照明パーツは、丸棒をコの字型に折り曲げた両端にネジで取り付けられており、目への照射角度と距離が任意に変更可能となっている。

4 実験

4.1 照度実験

図 5 に今回開発した高照度光治療器の照度を計測するために作成したマネキンヘッドを示す。マネキンヘッドの頭部をカットし、2 台の照度計 (sanwa 社製 LX2) の測定プローブが左右の瞳の位置に配置されるように内部に設置した。照度計の動作が安定した後、光治療器を 10 回着脱し、左右の目に照射される照度を計測した。結果を図 6 に示す。左右で若干のバラツキがみられるが、ほぼ設定した照度が確保されていることが分かる。

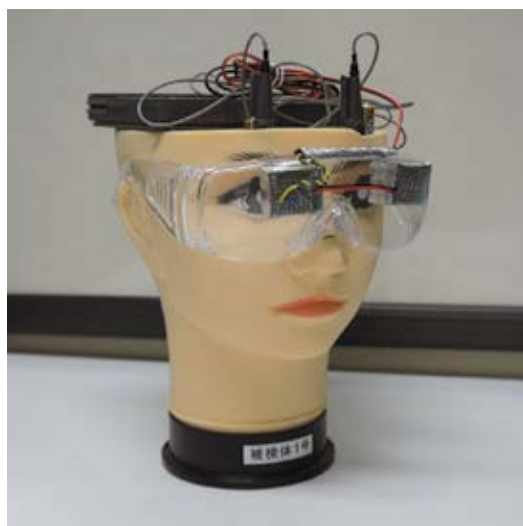


図 5 照度計測用マネキンヘッド

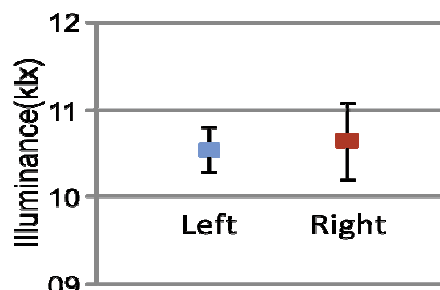


図 6 照度計測結果

次に照明装置のずれに伴う照度変化の計測を行った。基準位置から前後に距離が変化した場合の結果を表 3

に、上下に角度が変化した場合の結果を表4に示す。目に近づく方向と上を+とする。計測結果より、拡散板から目までの距離が40mmとかなり近い位置に照明装置が配置されているため、前後のずれによる照度変化は大きいですが、拡散板による効果で角度のずれに対する照度変化はさほど大きくないことが分かった。

表3 基準位置から前後に距離が変化した場合の照度

距離 (mm)	右目照度 (klx)	左目照度 (klx)
+3	12.18	12.10
+2	11.55	11.56
+1	11.01	11.00
基準位置	10.39	10.36
-1	9.82	9.81
-2	9.40	9.42
-3	8.91	8.88

表4 基準位置から上下に角度が変化した場合の照度

角度 (deg)	右目照度 (klx)	左目照度 (klx)
+5	10.97	10.96
+4	10.83	10.82
+3	10.72	10.70
+2	10.57	10.57
+1	10.46	10.45
基準位置	10.36	10.36
-1	10.27	10.29
-2	10.15	10.15
-3	10.06	10.04
-4	9.94	9.92
-5	9.86	9.82

また、マネキンヘッドに眼鏡を装着してから、光治療器を装着した場合の照度変化を表5に示す。

表5 眼鏡装着時の照度

眼鏡の有無	右目照度 (klx)	左目照度 (klx)
なし	10.46	10.59
遠視用	10.40	10.43
近視用	10.26	10.26

計測結果より、眼鏡の上側のフレームの影響で若干照度は低下したが、ほぼ影響がないことが分かる。

最後に今回照明に用いた高輝度LEDの分光分布を図7に示す。今回用いた白色LEDは、青色LED+黄色発色蛍光体で構成されているため、分光分布に2つのピークが表れる。人体への影響について詳細に解析された報告例はまだ少ないが、青色波長成分が網膜に影響を及ぼすとの報告例がある⁽²⁾。しかし、光治療に効果がある波長成分は青色成分との報告例⁽³⁾もあるため、

安全性と光治療効果を考慮し、黄色フィルムを拡散板に貼り付け、青色波長成分を50%に低減させた照明装置も作成し有効性を調べた。図8に青色波長成分を50%カットした照明装置の分光分布を示す。また、これ以降それぞれ、白色光照明、黄色光照明と表す。

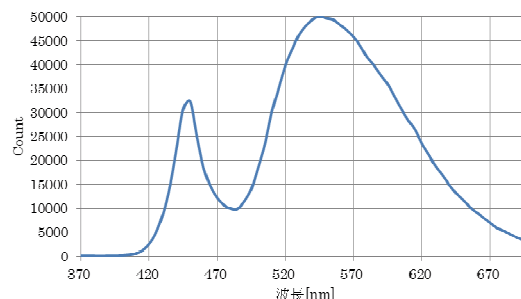


図7 分光分布 (白色光照明)

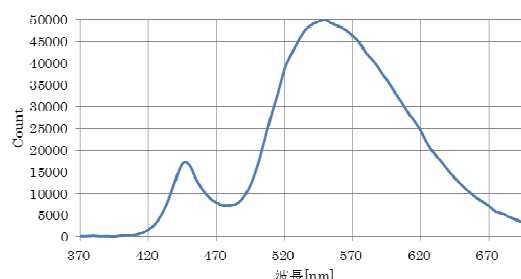


図8 分光分布 (黄色光照明)

4.2 使用実験

下記に示す条件下で本高照度光治療器を用いた実験を行い、本装置の有用性について検証を行った。

- ・被験者：健康な男子学生 10名
- ・実験場所：環境管理室 (室温 24°C, 湿度 55%)
- ・室内照明：高照度光治療器使用中は消灯
- ・起床時間：7時 (12時就寝)
- ・測定項目：体温, 体動, 脳波, 脳血流
- ・比較項目：装着無照明, 白色光照明, 黄色光照明

体温計測にはテクノサイエンス社製耳用体温ロガー DBTL-2 を、体動計測にはタニタ社製の sleep scan SL-502 を、脳波計測にはデジテックス研究所製の Polymate AP 1532 を、脳血流計測には浜松ホトニクス社製の赤外線酸素モニター装置 NIRO-2000 をそれぞれ用いた。体温, 脳波, 脳血流については高照度光治療器使用中のデータを、体動については睡眠開始時から実験終了までのデータを計測した。図9に実験時の様子を示す。

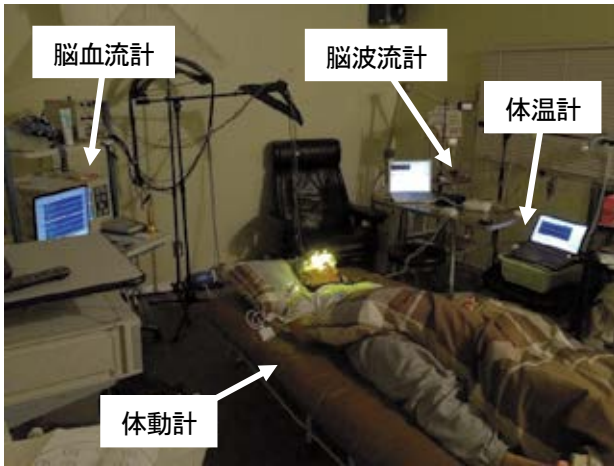
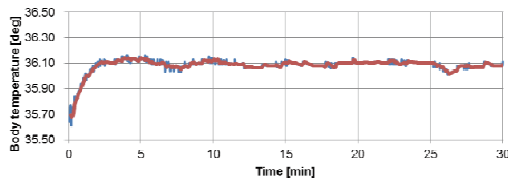
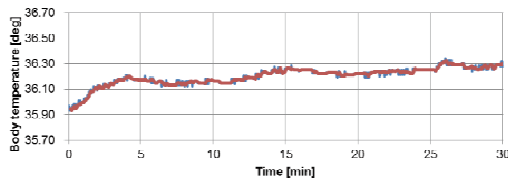


図9 実験時の様子

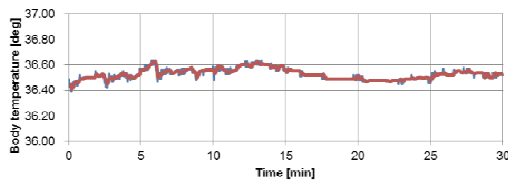
5 実験結果



(a) 装着無照明

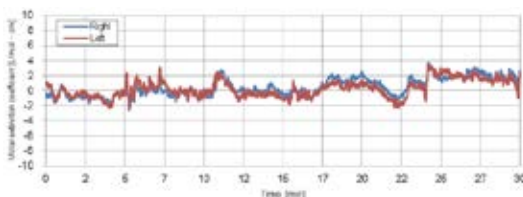


(b) 白色光照明

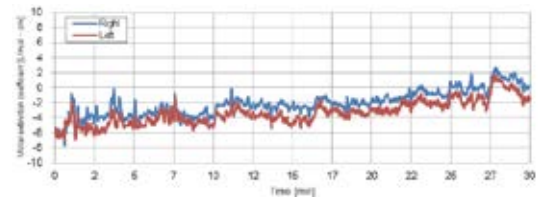


(c) 黄色光照明

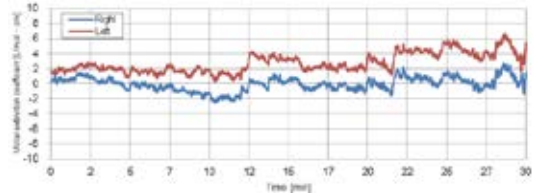
図10 体温変化



(a) 装着無照明



(b) 白色光照明



(c) 黄色光照明

図11 脳血流変化

被験者 A の高照度光治療器使用中の体温変化を図10に、脳血流変化を図11に示す。装着無照明の場合、両グラフの変動はほとんどみられない。これを変化の基準と考えると、白色光照明の場合、体温、脳血流共に時間経過と共に上昇していることが分かる。黄色光照明の場合、被験者が12分の所で体を動かしたため、グラフにギャップが出てしまい詳細な解析を行えないが、白色光照明程ではないが、緩やかに上昇している傾向がみられる。

6 おわりに

本研究では、照明装置に高輝度LEDを用いることで、小型かつ軽量で、治療中でも行動可能な装着型の光治療器を開発した。本装置を用いた使用実験を行う時間が十分に確保できなかったことと、睡眠リズムに関与するメラトニンの計測を行うことが出来なかったため、本装置に有用な効果があることを確実に示すまでのデータが得られなかった。今後はより被験者を増やした実験を長期的に行い、メラトニンなど覚醒状態を主観的に判断できる測定項目を追加して実験を行う予定である。

文献

- (1) 大川匡子, 生体リズムと光, 照明学会誌, 93(3) (2099), p.128-133.
- (2) 小出良平, 青色発光ダイオード光による網膜障害, 日本眼科学会雑誌, 105(10)(1991), p603.
- (3) Roger J. Cole, etc., Bright-Light Mask Treatment of Delayed Sleep Phase Syndrome, JOBR, 17(1)(2002), p89-101.