

論文名：有機発光ダイオードを用いた照明色に対する生体作用の解析

新潟大学大学院自然科学研究科

氏名 湯田 恵美

(以下要約を記入する)

近代の生活環境において、ヒトの生体が様々な色の照明に曝される機会が増えているが、それらは非イメージ形成性視覚機能を介してヒトの生理学的機能に影響を与えている可能性がある。そこで、様々な色の光への暴露が自律神経機能に与える影響を心拍変動解析によって評価した。赤・緑・青の色彩制御が可能なorganic light emitting diode(OLED)のパネル(55 mm×55 mm)4枚から成る照明装置を作成し、光を遮断した実験室において、仰臥位の研究協力者の眼前上方24 cmの位置に固定した。15分間の仰臥位安静後に、3分間の暗条件、6分間のOLED照明、3分間の暗条件において、メトロノームによる呼吸数調節(paced breathing)下で、心電図と呼吸曲線を連続測定はした。測定は、45分間のwashout時間を挟んで、赤色、緑色、青色のOLEDの照明を12名の健常者(23±12歳、女性2名)に対して行った。各色光の照明のメラノプシン刺激性光子束密度(MSPFD)は、それぞれ、0.00、0.10、0.20 $\mu\text{mol}/\text{m}^2/\text{s}$ であった。さらに、照度の影響を調べるためにMSPFDが0.20、0.10、0.04 $\mu\text{mol}/\text{m}^2/\text{s}$ の青色光による同様の測定を4例の健常者(25-39歳、女性2名)で行った。暗条件およびOLED照明中の心拍変動を、低周波数(LF, 0.04-0.15 Hz)成分と高周波数(HF, 0.15-0.45 Hz)成分のパワー、および両者のパワーの比(LF/HF)について分析した。

その結果、全ての色の照明は、暗条件に比べて、HF成分のパワーを減少させ($P < 0.001$)、LF/HFを増加させた($P = 0.024$)が、青色の照明時には、赤色や緑色に比べて、HF成分のパワーの減少が大きかった($P < 0.05$)。HF成分のパワーの減少は消灯後の暗条件の間も持続した($P < 0.001$)。HF成分パワーの減少は、MSPFD 0.20 $\mu\text{mol}/\text{m}^2/\text{s}$ の青色光では見られたが、0.10および0.04 $\mu\text{mol}/\text{m}^2/\text{s}$ の青色光では有意な変化が見られなかった(それぞれ、 $P = 0.1$ 、 0.9)。これらの結果から、青色のOLED照明は、メラノプシン依存性の非イメージ形成性機能を介して、健常者の心臓迷走神経機能を抑制することが示唆された。

上記の研究で、メラノプシン刺激性成分に富んだ青色の光には覚醒レベルの賦活作用がある事が分かったが、この作用を規定する因子がメラノプシン刺激性成分の絶対量なのか相対的な割合(光色)なのかは不明である。そこで、青色OLRED光(MSPFD = 0.23、72%)よりも、青色波長の成分の絶対量が多く相対量が少ない白色OLRED光(0.38、14%)、および青色波長成分の絶対量も相対量も少ない緑色OLED光(0.14、17%)の覚醒作用を比較した。また、この研究では心拍変動の自律神経指標の他に、行動覚醒レベルの指標としてpsychomotor vigilance test(PVT)を加え、OLED照明も実環境に近い模擬病室の12

【別紙 2】

0枚のOLEDパネル(55 mm×55 mm)からなる天井照明とした。健常者10名を対象に、各光色について、坐位5分間の間隔で、仰臥位10分間の照明を4回行い、照明中の心拍変動計測と5分の間期中のPVTを実施した。その結果、青色の照明中は、緑色および白色に比べて、心拍数が高くHFパワーが低値を示した。また、vigilanceの低下を示すPVTのminor lapsesとRTの変動は、青色照明の間期に、緑および白色よりも低値(vigilanceの増加)を示した。

以上、2つの研究結果より、青色の OLED 照明は、自律神経および精神運動パフォーマンスから見た覚醒度の賦活作用を有し、その効果はメラノプシン刺激性成分の絶対量のみでなく、相対量とその規定因子となることが示された。この結果は、照明による生体機能の制御を実用化する上で有用な知見になるものとする。