

LED 照明の生体安全性に関する特別研究委員会
報告書

LED 照明の生体安全性について
— 補足資料 —

平成 2 6 年 1 1 月

一般社団法人 照明学会

はじめに

近年の照明用白色 LED の急速な普及に伴い、白色 LED の光に含まれる青色光（短波長成分）が生体に及ぼす影響が懸念されている。そこで、一般社団法人日本照明工業会、一般社団法人日本照明委員会、特定非営利活動法人 LED 照明推進協議会、一般社団法人照明学会の 4 団体は、「LED 照明の生体安全性について～ブルーライト（青色光）の正しい理解のために～」(以下、青色光解説書という)を作成し、白色 LED による「しょうがい」が、相関色温度が同程度の従来光源と同等であることを明らかにした。

本資料は、上記の青色光解説書を補足するものであり、白色 LED による「しょうがい」が従来光源と同等であることをより詳細に説明するためのものである。

1. 青色光とは

一般社団法人照明学会では、青色照明光の心理的・生理的効果に関して研究調査活動を行ない、その結果を報告書¹⁾にまとめた。この報告書の中で、青色に見える単色の光は約 467～483nm の範囲であることが示されている。一方、光による「しょうがい」などが議論される際には、青色に見える光だけでなく、白色に見える光に含まれる短波長の光が対象となることもある。

青色光解説書は、白色 LED による「しょうがい」について解説したものであり、青色に見える光だけでなく、白色に見える光に含まれる短波長の光を対象としている。本資料でも、青色に見える光だけでなく、白色に見える光に含まれる短波長の光も取り扱うものとする。

2. 青色光による網膜傷害のリスクの計算

青色光解説書の図 2.2 には、各種光源による網膜傷害のリスク度合いが比較されている。この図で表されているのは、発光部の面積と輝度が等しい条件下で計算されたリスク度合いを、自然光（6500K の昼光）によるリスク度合いを 1 として基準化した、それぞれの光源の相対的なリスク度合いである。

青色光による網膜傷害のリスクは、JIS C 7550 : 2011 で定められているとおり、対象とする光源の分光分布に、定められた作用スペクトルを乗じたものを合算することによって求めることができる。ここで用いられる作用スペクトルは、青色光解説書の図 1.1 に示されている。

また、上記計算に用いられる光源の分光分布は、照度が 500[lx]となる位置で測定することが JIS C 7550 :

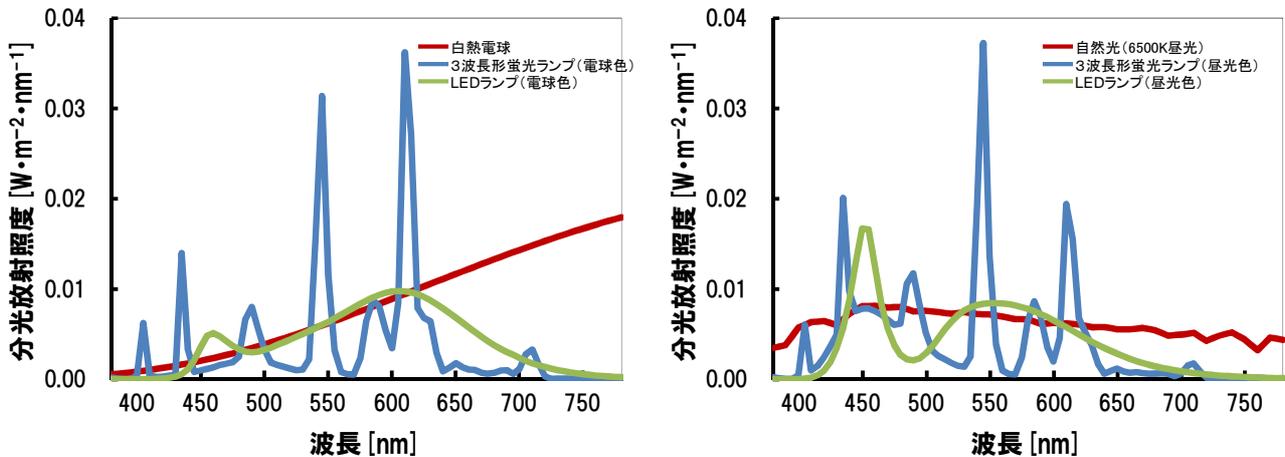


図 1 照度 500[lx]における各種光源の分光放射照度分布

2011 で定められている。図 1 に、照度が 500[lx]となる位置で測定した各光源の分光分布を示す。

電球色、昼光色それぞれの光色で比較すると、青色光による網膜傷害のリスクを計算する際に対象となる主な波長範囲（400～500nm）の光の強さは 3 種類の光源で同等である。このことから、照度（あるいは輝度と発光部面積）を同じにして比較した場合、白熱電球、電球色の 3 波長形蛍光ランプと電球色の LED ランプは同等のリスク度合いであり、自然光（6500 K の昼光）と昼光色の 3 波長形蛍光ランプ、昼光色の LED ランプも同等のリスクの度合いであることがわかる。

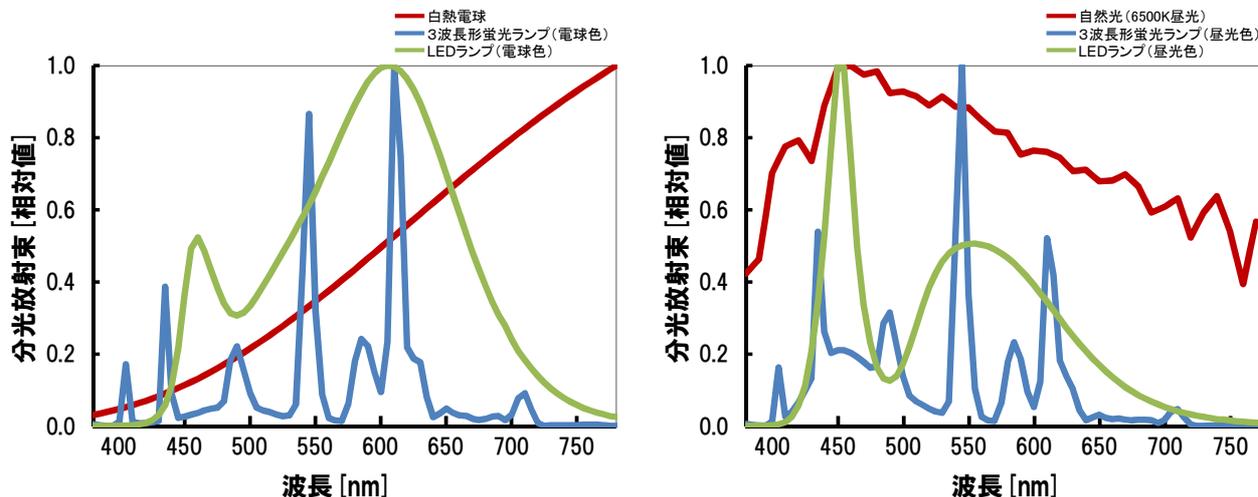


図2 ピーク波長の発光強度で基準化した各種光源の分光分布

一方、光源の分光分布を比較する際、それぞれの発光強度が最も強い波長（ピーク波長）の発光強度で基準化して表すことがある。図 1 で比較した光源の分光放射照度分布を、ピーク波長の発光強度で基準化して表すと、図 2 のようになる。これらの図で分光分布を比較すると、電球色においては LED ランプの 400～500nm の発光強度は、白熱電球や 3 波長形蛍光ランプの発光強度よりも強く見え、昼光色においても LED ランプの 400～500nm の発光強度は 3 波長形蛍光ランプよりも強く見える。しかし、この図は前述したようにピーク波長の発光強度で基準化されたものであるため、これらの分光分布から算出される照度は光源の種類によって異なり、白熱電球：3 波長形蛍光ランプ（電球色）：LED ランプ（電球色）の照度比は約 10：5：18 となる。すなわち、400nm～500nm の光の強度が強く見える LED ランプは他の光源と比べて照度が高い。昼光色でも同様に、自然光：3 波長形蛍光ランプ：LED ランプの照度比は約 46：10：22 となり、LED ランプは 3 波長形蛍光ランプと比べて照度が高い。

このように、青色光による網膜傷害のリスクなどを比較する際は、分光分布をピーク波長の発光強度で基準化するのではなく、照度や光束などの測光量で基準化することが重要である。

3. メラトニン分泌に対する障害レベルの計算

青色光解説書の図 2.3 に示されている各種光源のメラトニン分泌抑制効果は、DIN 5031-100²⁾で規程されている方法に基づいて算出されている。メラトニン分泌抑制効果は、対象とする光源の分光分布に定められた作用スペクトルを乗じたものを合算し、それを測光量で除することで算出できる。2 で示した網膜傷害のリスク度合いと同様に、メラトニン分泌抑制効果の大きさを比較する際も、分光分布をピーク波長の発光強度ではなく測光量で基準化することが重要である。

4. 海外の動向

青色光解説書の8ページに、白色LEDによる青色光網膜傷害に関する海外の団体の見解が示されている。

- ◇ European Lamp Companies Federation(ELC), “Questions & Answers document” (2010)
欧州ランプ工業会が発表したものであり、一般社団法人日本照明工業会の Web ページに日本語訳が掲載されている。白色LEDランプは他の人工光源と同等のリスク度合いであるとしている。
- ◇ Global Lighting Association(GLA), “Optical and Photobiological Safety of LED, CFLs and Other High Efficiency General Lighting Sources”, A White Paper of the Global Lighting Association (2012)
国際照明工業会が発表したものであり、欧州ランプ工業会の発表と同様、白色LEDランプは白熱電球の代替光源として使用できる安全性を有しているとしている。
- ◇ U.S. Department of Energy(DOE), “Building Technologies Office SOLID-STATE LIGHTING TECHNOLOGY FACT SHEET” (2013)
アメリカ合衆国エネルギー省が発表したものであり、白色LEDを含め、一般照明に用いられる白色光源で、健康な成人の網膜に対して有害なものはないと考えられるとしている。
- ◇ International SSL Alliance(ISA), China Solid State Light Alliance(CSA) and China Illuminating Engineering Society(CIES), “White Paper on LED general Lighting and Blue light” (2013)
国際固体光源アライアンス、中国固体光源アライアンス、中国照明学会が共同で発表したものであり、不適切な設計などにより極端に強い光が照射される場合に限り、青色光網膜傷害の危険があるとしている。

おわりに

一般社団法人日本照明工業会、一般社団法人日本照明委員会、特定非営利活動法人LED照明推進協議会、一般社団法人照明学会の4団体で作成した「LED照明の生体安全性について～ブルーライト(青色光)の正しい理解のために～」では、白色LEDによる「しょうがい」が、同程度の相関色温度の従来光源と同等であることを明らかにしている。また、本資料では一般社団法人照明学会として、その根拠をより詳細に解説した。ただし、本資料で解説した内容は、いかなる使い方であっても白色LEDや自然光、蛍光灯などの従来光源が安全であることを保証するものではない。極度に強い光を浴びることに対しては注意が必要であることは、白色LED光源であっても自然光や従来照明用光源と同様である。

白色LEDは高効率、長寿命な照明用光源として、省エネルギー、省資源への貢献が期待されている。本資料が白色LEDに対する正しい理解の一助となれば幸いである。

参考文献

- 1) 一般社団法人 照明学会 青色照明光の心理的・生理的効果に関する研究調査委員会：「青色照明光の心理的・生理的効果に関する研究調査委員会報告書」, JIER-115 (2012)
- 2) DIN V 5031-100 : Strahlungsphysik im optischen Bereich und Lichttechnik - Teil 100: Über das Auge vermittelte, nichtvisuelle Wirkung des Lichts auf den Menschen – Größen, Formelzeichen und Wirkungsspektren (2009)