

科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成 26 年 6 月 2 日現在

機関番号：17102

研究種目：挑戦的萌芽研究

研究期間：2012～2013

課題番号：24657176

研究課題名(和文) 光の生理心理作用におけるプラセボ効果の検証

研究課題名(英文) The association between physiological effects and psychological impression of light

研究代表者

樋口 重和 (Higuchi, Shigekazu)

九州大学・芸術工学研究科(研究院)・教授

研究者番号：00292376

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 3,000,000円、(間接経費) 900,000円

研究成果の概要(和文)：光の非視覚的な生理作用は網膜メラノプシン神経節細胞に由来して青色光に強く反応するが、光の心理作用の影響も受けている可能性がある。本研究は色光の影響を複数の生理指標と心理指標を用いて調べ、両者の関連性を明らかにすることを目的とした。その結果、青色光の非視覚的な影響を受けやすい指標(瞳孔の対光反応とメラトニン分泌)と赤色光の視覚的な作用を受けやすい指標(心拍数)が存在することが分かった。心拍数は色光の印象評価と相関があったが、メラトニン分泌と印象評価の間には有意な相関はなかった。以上の結果から、光の生理反応には指標に依存して非視覚経路と視覚経路を介した作用が相互に関連しあっていることが示唆された。

研究成果の概要(英文)：Non-image forming effects of light are induced by blue light that are mediated by melanopsin ganglion cells. However, psychological impression of light may affect physiological responses. We investigated the association between physiological responses and psychological impression of light by using blue and red light at night. As a result physiological responses such as pupillary light reflex and melatonin concentration were strongly affected by blue light. On the other hand, heart rate was affected by red light. No significant differences were found for rectal temperature and alertness. Impression of light was significantly correlated with heart rate but not with melatonin concentration. These results suggest that some physiological responses to light can be modulated by image forming process of light.

研究分野：生物学

科研費の分科・細目：応用人類学

キーワード：色光 非視覚作用 生理反応 心理反応 メラトニン

1. 研究開始当初の背景

網膜で受光した光は、体内時計の中核である視交叉上核などに伝えられ、生体リズムの位相調節、メラトニンの分泌抑制、瞳孔の縮小、覚醒作用などを引き起こすことが知られている。これらの作用は明るさや色の見えとは異なる経路で処理されることから光の非視覚的作用と呼ばれている。この非視覚的作用の特徴として、短波長の光（青色光）に対して強く反応する。しかし、光の生理作用はそう単純ではないことも知られている。

光の生理的影響は非視覚的な経路だけでなく、光の明るさや色の見えといった視覚的な情報によっても影響を受けている可能性がある。例えば、赤色光はメラトニンの分泌抑制にはほとんど作用しないと言われているが、青色光と同等の覚醒作用があることが報告されている。また、色光の心理作用において、赤色は興奮的に作用し、青色は鎮静的に作用することも知られている。

光の影響を総合的に評価するためには、光の非視覚的な作用と視覚的な作用の両方の影響を考慮する必要がある。また、測定する生理指標によっても、心理的な影響を受けやすいものとそうでないものがある可能性がある。心理的な作用を受けやすい指標の中には、いわゆる光のプラセボ効果と呼ばれるものが存在するかもしれない。また、光の影響の受け方には個体差が存在する可能性もあることから、光の生体影響は様々な角度からの検討が必要である。

2. 研究の目的

(1) 異なる色光に対する印象の違いや生体リズムや生理的影響に対する思い込みの実態を調査することを目的とした。

(2) 光の色光の違いによる生理作用には、メラノプシンに依存して青色光に強く反応する指標や、心理的な作用に依存して赤色光に強く反応する指標があると考えられる。本研究の目的は、複数の生理指標を用い、色光の影響の現れ方の違いを比較することを目的とする。また、光の心理的影響と生理的影響の関連性を明らかにすることも目的とした。

3. 研究の方法

(1) 高校生および成人男女約 400 人を対象に、色光に対する印象調査を実施した。対象者には生理実験で実際に用いた赤色光と青色光で照明された実験室の写真と、それに緑色光の条件を加えた合計 3 条件の写真を見せ、「中に入った時に緊張(興奮)しそうな光の色は?」、「体内時計に影響を与えそうな光の色は?」などの質問を実施した。なお体内時計への光の影響については、体内時計の基礎知識について簡単な講義を行った後に質問を実施した。

(2) 被験者は色覚異常の無い男子大学生 17 名(18~23 歳)であった。被験者の概日リズム

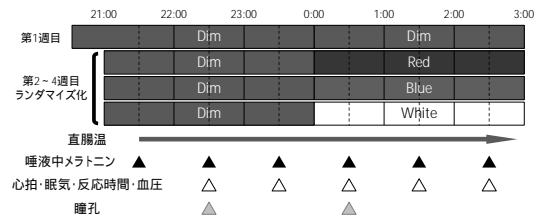


図1 実験のプロトコル

を調節するために、実験の1週間前より睡眠覚醒習慣の統制を実施し、この間の睡眠パターンを携帯型の行動量計によって記録した。

光色条件は赤色光、青色光の2条件であった。光源にはカラー蛍光灯を用いた(赤色蛍光灯:FPL36CR、青色蛍光灯:FPL36CB、National)。なお、赤色蛍光灯に含まれている短波長の成分は市販の赤色フィルターで覆うことでカットした。白色の蛍光灯(FPL36CW, National)も対照条件として用いた。光の照射方法は天井照明とした。照度は両条件とも 200 ルクスで統一した。実験はクロスオーバー・カウンターバランスデザインで実施した。実験は1週間の間隔を空けて行った。

実験はメラトニンの分泌が高まる夜間に実施した。被験者は午後9時に実験室を訪れ、0時まで薄暗い部屋(Dim ライト < 15 lx)で安静に過ごし、その後、色光曝露を0時から3時まで行った。測定項目は生理および内分泌的な指標として、唾液中メラトニン濃度、心拍数、直腸温、瞳孔面積、反応時間課題(PVT: Psychomotor Vigilance Test)であった。唾液はコットン製のサリベットを用いて採取し、唾液中メラトニン濃度の分析はRIA法(RK-DSM, Buhlmann)で行った。

光曝露中の主観評価については、15個の形容詞対を用い、SD法にて光の印象を調査した。印象評価は因子分析を行い、各因子の因子得点を求めた。

統計処理はSPSSを用いて光条件と時刻を要因とした反復測定二元配置分散分析を行い、下位検定には対応のあるt検定を用いた。主観評価と生理反応の関係は相関分析によって解析した。

4. 研究成果

(1) 「中に入った時に緊張(興奮)しそうな光の色は?」という質問に関しては、赤色光と回答したものが9割を超えていた(92%)。青色光と緑色光はそれぞれ7%と1%であった。次に、「体内時計に影響を与えそうな光の色は?」という質問に関しては、赤色光と回答した割合が約6割で最も多かった(57%)。次に青色光(37%)、緑色光(6%)の順番であった。これらの結果から、色光による心理的な興奮作用は赤色光で最も強いことが分かった。また、体内時計への影響も、実際は青色光の作用が最も強いにも関わらず、赤

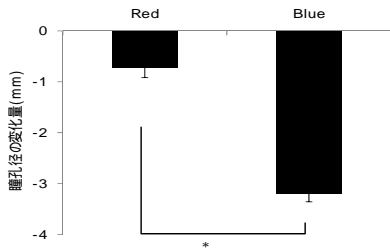


図2 光曝露後の瞳孔系の変化量
(平均値-標準誤差) *:p<0.05

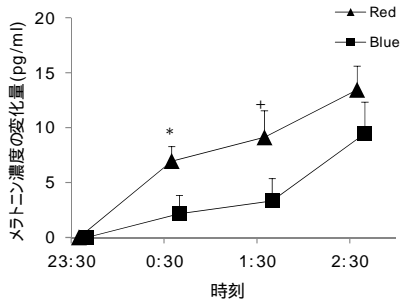


図3 メラトニン濃度の変化量
(平均値-標準誤差) *:p<0.05, +:p<0.10

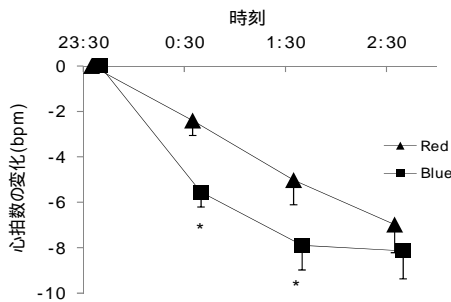


図4 心拍数の変化量
(平均値-標準誤差) *:p<0.05

色光が強く作用すると回答した割合が半数を超えることも明らかとなった。

(2) すべての指標は光曝露前(23:30)の測定値からの変化量で示している。瞳孔径は、青色光条件で赤色光条件よりも有意に縮瞳していた(図2)。唾液中メラトニン濃度は、両条件とも夜間に分泌が増加していたが、曝露30分後において青色光条件で赤色光条件よりも有意に分泌が抑制されていた(図3)。心拍数は、夜間低下するが、赤色光条件の方が青色光条件に比べて有意に心拍数の低下が小さかった(図4)。直腸温は両条件とも夜間に有意に低下していたが、色光条件間の違いは認められなかった。反応時間についても色光間の違いは認められなかった。

色光の印象評価に関して因子分析を行った結果、三つの因子が抽出された。三つの因

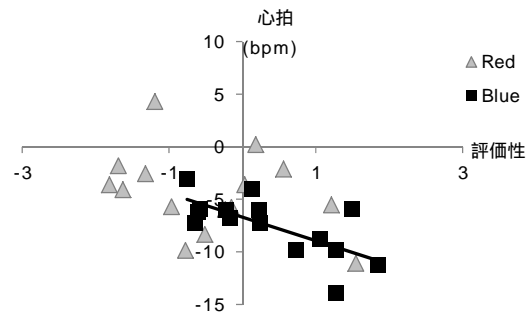


図5 色光の評価性と心拍数の変化量との関係

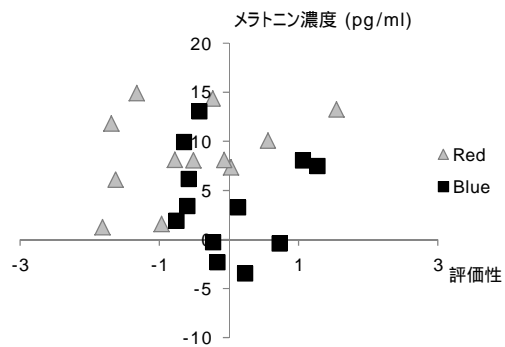


図6 色光の評価性とメラトニン濃度の変化量との関係

子はそれぞれ活動性(陰-陽、静-動、熱-冷など) 評価性(好き-嫌い、快-不快、美しい-醜いなど) 力量性(強い-弱い、激しい-穏やか、重い-軽い、派手-地味など)であった。活動性と力量性は赤色光の方が青色光に比べて高い得点を示し、評価性は赤色光の得点が青色光に比べて高かった。

主観評価と生理データの相関分析の結果、青色光条件において評価性の得点と心拍数の変化量の間有意な負の相関があり、評価性の得点が高いほど、夜間の心拍数の低下が大きかった(図5)。また、赤色光条件において、力量性と直腸温の変化量の間有意な正の相関があり、力量性の得点が高いほど夜間の直腸温の低下量が小さかった。一方、メラトニン濃度の変化量と色光の評価性、活動性、力量性の全てにおいて有意な相関はなかった(図6)。

本研究では瞳孔の縮瞳と夜間の唾液中メラトニン濃度の分泌抑制に対しては青色光曝露時に強く反応する結果となった。これは青色光に強く反応するメラノプシンを含む網膜神経節細胞の活動に強く依存した結果と考えられる。一方で、心拍数の変化量では赤色光条件の方が青色光条件よりも心拍を高める結果となった。心拍数と主観評価の間に有意な相関があったことから、心拍数の変化はメラノプシンに由来する影響よりも、心理的な要因が生理反応に影響を及ぼした可

能性が考えられる。

以上の結果から、従来から光の非視覚的作用の指標として用いられてきたものの中には、メラトニンの抑制反応や瞳孔の縮瞳反応のようにメラノプシンの反応に強く依存する指標と、心拍数のように心理的影響を受けやすいものが存在するところが明らかとなった。光の影響を評価する際には複数の生理指標や心理指標を用いて総合的に評価する必要があることが示された。

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕(計 2 件)

樋口重和. 光の非視覚的作用と概日リズム：生理的多型性へのアプローチ. 日本生理人類学会 18(1): 39-43, 2013 (査読有)

Lee SI, Hida A, Tsujimura SI, Morita T, Mishima K, Higuchi S (2013) Association between melanopsin gene polymorphism (I394T) and pupillary light reflex is dependent on light wavelength. J Physiol Anthropol. 32(1):16.2013 (査読有)

〔学会発表〕(計 5 件)

樋口重和, 概日リズムと視覚入力, 日本視覚学会 2014 年冬季大会 (招待講演), 2014 年 1 月, 東京

原田和樹, 樋口重和, 異なる色光による生理・心理反応の多様性. 日本生理人類学会第 69 回大会, 2013 年 10 月, 京都

樋口重和, 西剛史, 李相逸, 原田和樹, 高橋正也. 夜勤中の仮眠の効果：光によるメラトニン分泌抑制の軽減. 第 86 回日本産業衛生学会, 2013 年 5 月, 愛媛

樋口重和. 子どもの光感受性と睡眠・概日リズム. 日本睡眠学会第 37 回定期学術集会(シンポジウム講演)2012 年 6 月, 横浜

樋口重和, 夜の光によるメラトニン抑制とその個体差, 第 51 回日本生体医工学会大会, 2012 年 5 月, 福岡

6. 研究組織

(1)研究代表者

樋口 重和 (HIGUCHI SHIGEKAZU)

九州大学・芸術工学研究科・教授

研究者番号：00292376