

平成17年度科学研究費補助金（基盤研究（S））研究状況報告書

ふりがな（ローマ字）		YASUKOUCHI AKIRA					
①研究代表者氏名		安河内 朗		②所属研究機関・部局・職 九州大学・大学院芸術工学研究院・教授			
③研究課題名	和文	光と温熱の環境要因に対する生理的多型性とその適応能力					
	英文	Physiological polymorphisms in response to environmental factors of light and ambient temperature and its human adaptability					
④研究経費		平成15年度	平成16年度	平成17年度	平成18年度	平成19年度	総合計
17年度以降は内約額 金額単位：千円		29,600	15,200	13,500	12,700	11,300	82,300
⑤研究組織（研究代表者及び研究分担者）							
氏名	所属研究機関・部局・職	現在の専門	役割分担（研究実施計画に対する分担事項）				
安河内 朗	九州大学・大学院芸術工学研究院・教授	生理人類学	照明光に対する感受性と生理的多型性及び総括				
山崎 和彦	実践女子大学・生活科学部・教授	生理人類学	暑がり寒がりと温熱反応に対する生理的多型性の関係				
綿貫 茂喜	九州大学・大学院芸術工学研究院・教授	生理人類学	スペクトル別人工光に対する生理反応の多型性の検討				
前田 享史	福島県立医科大学・医学部・助手	生理人類学	基礎代謝量の個体内個体間変異とその要因を検討				
樋口 重和	秋田大学・医学部・助手	生理人類学	光条件に対する生体リズムの生理的多型性とその要因を検討				
石橋 圭太	九州大学・大学院芸術工学研究院・助手	生理人類学	血圧調節反射における自律神経系反応の生理的多型性				
⑥当初の研究目的（交付申請書に記載した研究目的を簡潔に記入してください。）							
<p>現代の高度技術化社会で日常的に暮らす人類について、その生活環境に存在する様々な物理的、文化的要因に対する生理的反応に関して、個体内でどの程度の変動があるのか、また個体間のバラツキがどの程度存在するのか、さらにそれらの分布の広がり現代の生活環境に対する適応性にどんな問題を生じさせているのか、重要な問題でありながらまだほとんどわかっていない。すなわち、高度技術文明下の現代生活における生理的多型性とその適応性という観点から系統的に研究された例は国内外を含めてほとんどないといってよい。本研究では、このような種々の生活環境への反応にどの程度の生理的多型性があり、その多型の程度が環境への適応性や適応のための全身的協関反応にどの程度の変化をもたらしているかを特に人工照明光と温熱の要因について明らかにすることを目的とする。光と温熱の要因に対する生体反応について、個体内変動として日内差、及び季節差に注目する。また個体間の変異のバラツキについては、物理的環境要因や形態的特徴の違い、また屋外活動時間などの生活行動履歴の違いとの関連について検討し、それによって生じる集団間の諸変異と光や温熱刺激に対する諸反応の様式との関係を析出し、その適応性を検討する。</p>							

⑦これまでの研究経過（研究の進捗状況について、必要に応じて図表等を用いながら、具体的に記入してください。）

照明光と温熱の物理的環境要因に対する生理反応のうち、この2年間の研究では特に個体内変動としての日内差と季節差、及び個体間の違いに注目した。

照明光については、まず光刺激に対する感受性の日内差、季節差を、特に赤色光と青色光に対する自律神経系の反応に注目して解析した。その結果、午前中に計測された自律神経系活動は、青色光に対しては低くなる方向へ、赤色光に対しては高くなる方向へシフトし、夕刻はそれぞれ逆の反応を示した。さらにこのような反応は夏季より冬季に強くみられ、冬季では光に対する感受性が高まったと推察された。さらに光に対する自律神経系の反応の日内による違いが座位と立位の両姿勢においてみられたことから、これらの反応の日内変動は安静時の自律神経系水準の差異に依存しないことが示された。光刺激の伝達経路から、光に対する瞳孔反応とメラトニン分泌抑制反応との間に意味のある関係性が予測されることから、光に対する感受性の個体間差については、赤、緑、青の各スペクトル光に対する瞳孔反応が検討された。その結果、青色で最も瞳孔は収縮し、その程度には低照度の光刺激で個体間の差が大きかった（図1）。

夜間の青色光及び赤色光に、ストレス負荷条件を与えた時の唾液中メラトニン濃度の変化を検討した。その結果、ストレス負荷時では心拍変動のLF/HFが増加し、このとき赤色光の暴露後は暴露前よりメラトニン濃度が有意に増加し、光によるメラトニン分泌抑制の程度はストレス負荷によって異なることが示唆された。

睡眠習慣・生体リズム・メラトニン分泌・日常の光曝露量に関する個体間差については、全体的に夜型化した生体リズムが認められ、習慣的な起床時刻と就床時刻との間に有意な相関があった。しかし、日常の光曝露量と生体リズムの間に有意な相関はなかった。季節変動については、冬季は夏季に比べて起床時刻が有意に遅くなることと、メラトニンの光に対する抑制率が有意に大きくなることがわかった。

温熱刺激については、まず寒冷耐性と関係の深い基礎代謝量の個体間の差と生活行動履歴との関係について検討した。その結果、生活習慣要因（栄養摂取量、食行動、生活活動強度、運動頻度、喫煙など）との関係については、タンパク質摂取量、糖質摂取量、総エネルギー摂取量、主食摂取量、砂糖の使用量、甘い飲料の摂取頻度、間食の摂取頻度、生活活動強度が、また環境要因については早朝および夜間の気温などが、基礎代謝量に影響を及ぼす要因として抽出された。また、生活習慣、身体組成と基礎代謝量との関連性から、基礎代謝量に及ぼす要因を詳細に検討するために、1年後に同様の調査を実施し、季節差とともに現在解析中である。

成人女子について主観申告によって「暑がり」と「寒がり」に区分し、低体温期と高体温期の各々において夕刻および早朝に実験を実施した。直腸温および平均皮膚温は、夕刻および高体温期において高く、影響の序列は日内リズム>性周期>申告(暑がり・寒がり)となった。なお、暑がり群の方が申告値の変化が少ない傾向にあった。さらに成人男女を被験者とし、同一温熱環境条件における温冷感および体温調節能について検討した。なお、月経周期、日内リズム、季節差に加えて、「暑がり」「寒がり」の違いについて捉えた。その結果、本人の申告による「暑がり」「寒がり」の区分は、測定結果に基づく判定と必ずしも一致せず、個人内においても変動することが観察された。

直立耐性に関する個体内及び個体間変動を血圧調節反射との関連から調べるため、tilting bed を用い体位変換時の循環器動態を測定した。末梢血管抵抗の推定には、心拍出量と平均血圧のデータから算出し、圧受容体反射感受性の個人差は心拍と血圧の変動から推定を行っている。季節差に関する考察も加えて総合的に考察中である。

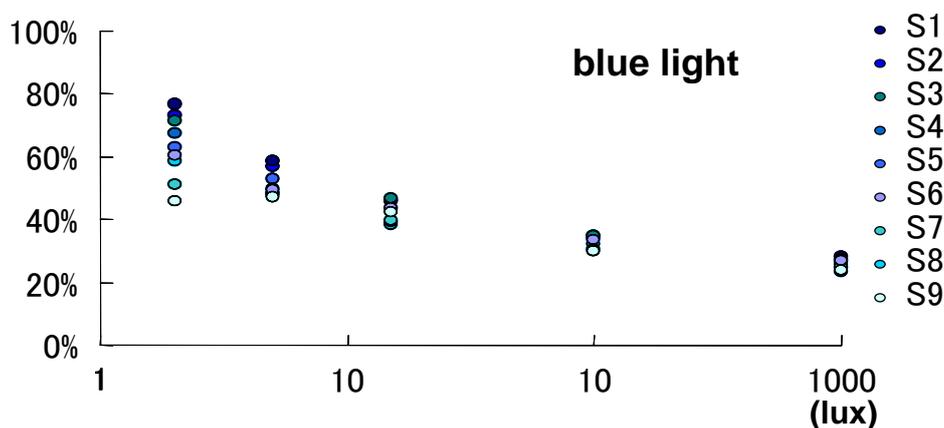


図1 低照度水準における瞳孔反応の個体間差の増大

⑧特記事項 (これまでの研究において得られた、独創性・新規性を格段に発展させる結果あるいは可能性、新たな知見、学問的・学術的なインパクト等特記すべき事項があれば記入してください。)

照明光に対する非視覚系としての生理反応についてはごく最近注目され始めたばかりであり、それは国際照明委員会が 2004 年になって初めてこのテーマに関するシンポジウムを開催したことからも判断できる。特に波長帯域別の光や単色光に対する非視覚的生理反応の日内及び季節による変動を系統的に調べた研究は皆無といってよい。その中で、人工照明光の色温度に大きな影響を与える赤色光と青色光について生理反応の日内差、季節差が存在することを新たな知見として具体的に示したことは今後の照明光研究に重要な資料を提供することになる。また夜間の照明光によるメラトニン分泌抑制が生体リズムの位相、睡眠の質に影響することから、人工光が日常生活における種々の環境適応能に影響することが予測される。本研究では、サンプル採取や分析が困難であるメラトニンが瞳孔反応と有意な相関にあると期待されることに注目し、瞳孔反応の個人差の存在とともに瞳孔反応へ及ぼす光スペクトルの影響の違いを明らかにしたことは、照明光の適切な分光分布の特定と光によるメラトニン分泌抑制の個人間差を瞳孔反応から推測できることを期待させた。このことは光と健康の観点から照明光の国際標準化が検討され始めた中で特記すべき資料となる。

光そのものが夜間のメラトニン分泌を抑制するが、このとき温熱や騒音のストレスが付加されたときメラトニン分泌抑制が緩和されることが示され、松果体におけるメラトニン形成過程に関与するノルアドレナリンとストレスとの関係が示唆され、今後新規性を大いに発展させる結果となった。

多くの被験者で夜間の光曝露によってメラトニン分泌が抑制されたのに対して、メラトニン分泌の抑制が認められなかった被験者が 2 名いた(図 2)。この知見はメラトニンの光に対する感受性において、生理人類学がキーワードとする生理的多型性の特異的存在を示唆するもので、高い学問的インパクトを与えるものである。また、メラトニン分泌の光に対する抑制率が夏季に比べて冬季で高いという結果は、冬季の日照量不足に対するヒトの適応能を生体リズムの観点から明らかにしたと言う点で特筆すべき結果である。以上の結果は、メラトニンの光に対する感受性が生理的多型性と環境適応能に強く関わっていることを示しており、本研究課題の独創性と新規性を発展させる結果である。

基礎代謝量を低下させる要因として、「栄養摂取量が少ない」、「朝食を食べない」、「日ごろあまり運動をしていない」などが追認され、さらに「よく間食をする」、「夕食にコンビニエンスストアをよく利用する」、「冬季の昼間に暖かい場所にいる」など、現代の生活者に散見される生活行動履歴が耐寒能力に影響していることが示唆され、生理的多型性と環境適応の関係を示す重要な知見が得られた。また、男性において、夜間の高照度が基礎代謝量の低下にも関連する結果も得られたことは新たな研究の発展につながる特記すべき事項である。これは、活動が夜間まで延長されていることや不規則な睡眠といった現代人の生活スタイルが環境適応に影響しているともいえる。

「暑がり」「寒がり」といった自身の日頃の主観的認識について、同一環境条件を設定したうえで主観申告、皮膚温、深部温を測定し、性差、日内リズム、季節差の観点から「暑がり」「寒がり」の両者の違いを学術的に検討したことは独創的な研究といえる。その結果、本人の主観的判断が必ずしも環境適応能力を反映しないことを示した。

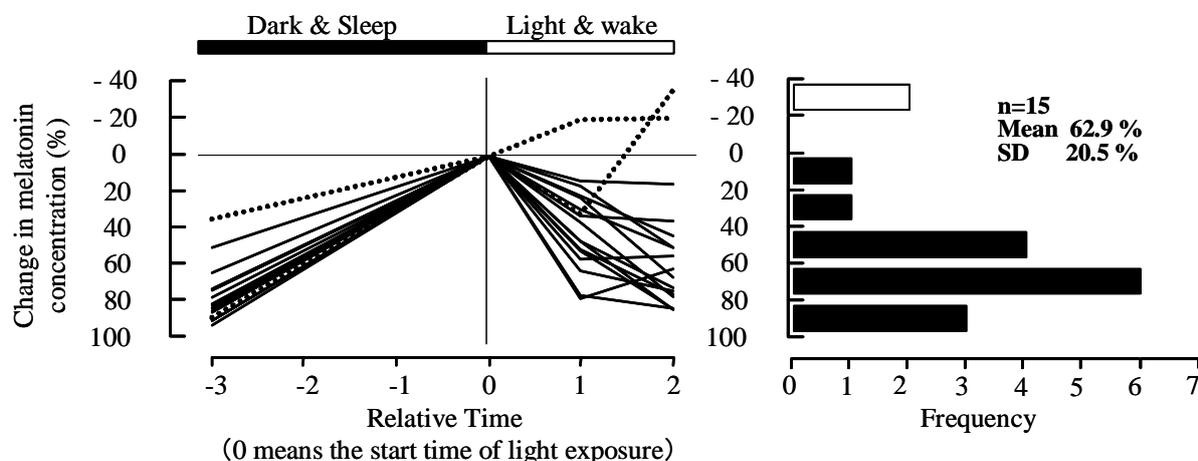


図 2：光曝露前後のメラトニン濃度の変化（左図）と光曝露 2 時間後のメラトニン濃度抑制率の分布。
2 名の被験者に光曝露後もメラトニン濃度の抑制がみられない。

⑨研究成果の発表状況 (この研究費による成果の発表に限り、学術誌等に発表した論文(掲載が確定しているものを含む。)の全著者名、論文名、学協会誌名、巻(号)、最初と最後のページ、発表年(西暦)、及び国際会議、学会等における発表状況について記入してください。なお、代表的な論文3件に○を、また研究代表者に下線を付してください。)

論文

○Yasukouchi A, Ishibashi K: Non-visual effects of the color temperature of fluorescent lamps on physiological aspects in humans. J Physiol Anthropol Appl Human Sci 24(1):41-44, 2005

Kozaki T, Kitamura S, Higashihara Y, Ishibashi K, Noguchi H, Yasukouchi A: Effect of color temperature of light sources on slow-wave sleep. J Physiol Anthropol Appl Human Sci 24(2):183-186, 2005

○Yasukouchi A: A perspective on the diversity of human adaptability. J Physiol Anthropol Appl Human Sci 24(3), 2005 (in press)

○Yasukouchi A: A physio-anthropological approach in evaluation of human adaptability to living environment - in the case of artificial light environment -. J Physiol Anthropol Appl Human Sci 24(3), 2005 (in press)

山崎和彦, 野尻佳代子, 横井麻理, 石橋圭太, 樋口重和, 前田亨文:日本人成人女子の体温調節反応における暑がりと寒がりの比較, 日本生理人類学会誌, 2005(投稿中)

山崎和彦, 野尻佳代子, 佐藤庸子, 石橋圭太, 樋口重和, 前田亨文:日本人成人の体温調節反応における性、季節および暑がりと寒がりの影響, 日本生理人類学会誌, 2005(投稿中)

Higuchi S, Motohashi Y, Maeda T, Ishibashi K: Individual difference in melatonin suppression by exposure to light and habitual bedtime. J Physiol Anthropol Appl Human Sci., 24(3), 2005 (in press)

Higuchi S, Motohashi Y, Liu Y, Maeda A: Effects of playing a computer game using a bright display on pre-sleep physiological variables, sleep latency, slow wave sleep and REM sleep. J. Sleep Res, 2005 (submitted)

Maeda T, Sugawara A, Fukushima T, Higuchi S, Ishibashi K: Effects of lifestyle, body composition, and physical fitness on cold tolerance in humans. J. Physiol. Anthropol. Appl. Human Sci., 24(3), 2005 (in press)

Ishibashi K, Maeda T, Higuchi S, Yasukouchi A: Error and individual difference in cardiovascular responses to orthostatic stress. J Physiol Anthropol Appl Human Sci, vol24 (3), 2004 (in press)

学会発表

Yasukouchi A, Ishibashi K, Kozaki T, Kitamura S, Horinouchi K, Higashihara Y, Tsutsumi Y, Ueda S and Noguchi H: Human adaptability to artificial light: effects of colour temperature of lighting sources on physiological aspects at night. Abstracts of the 83rd Scientific Meeting of the Society for the Study of Human Biology, Ann Human Biol 31:607-608, 2004

Kozaki T, Kitamura S, Higashihara Y, Noguchi H, Ishibashi K, Yasukouchi A: Effect of Light with Different Color Temperature on Sleep Quality. Proceedings of 7th International Congress on Physiological Anthropology, 25, September, Columbus, 2004.

Higuchi S, Motohashi Y, Kaneko Y, Kawashima K: Effects of Playing Computer Games using a Bright Display on Nocturnal Sleep. The 1st World Congress of Chronobiology, September, Sapporo. 2004

Higuchi S, Motohashi Y, Maeda T, Ishibashi K: Suppression of nocturnal salivary melatonin induced by exposure to bright light and sleep habit. Proceedings of 7th International Congress on Physiological Anthropology, 14-15, September, Columbus, 2004.

Maeda T, Kaneko S, Fukushima T, Tanaka M: Effects of physical training on thermoregulation and peripheral vasomotor in the cold. Proceedings of 7th International Congress on Physiological Anthropology, 16, September, Columbus, 2004

Ishibashi K., Ueda S., Koriyama M., Maeda T., Higuchi S., Yasukouchi A: Relative contribution of individual variation in cardiovascular responses to postural changes: application to evaluation of physiological polymorphism. Proceedings of 7th International Congress on Physiological Anthropology, 16, September, Columbus, 2004

安河内朗: 生理人類学の国際性. 日本生理人類学会誌. 9 特別号(2), 16-17, 2004. 日本生理人類学会第 52 回大会, 10 月, 東京

有倉智志, 堀之内一彦, 小崎智照, 坂座真忠明, 安河内朗: 異なる色光に対する心臓自律神経系活動変化の季節差ならびに日内差について. 日本生理人類学会誌. 9 特別号(1), 62-63, 2004. 日本生理人類学会第 51 回大会, 6 月, 札幌

坂座真忠明, 小崎智照, 安河内朗: 異なる色光が瞳孔の反応に及ぼす影響. 日本生理人類学会誌. 9 特別号(2), 40-41, 2004. 日本生理人類学会第 52 回大会, 10 月, 東京

堀之内一彦, 有倉智志, 小崎智照, 安河内朗: 光刺激に対する自律神経系の反応の日内変動及び季節変動に関する研究. 日本人間工学会九州支部第 25 回大会, 2004, 12 月, 鹿児島

橋富加奈, 野口朱里, 小崎智照, 安河内朗: 高齢者の日常生活において異なる色温度光がメラトニン分泌に与える影響について. 人類働態学会第 30 回西日本地方会, 2004, 12 月, 那覇

樋口重和, 本橋豊: 唾液中メラトニン濃度の位相及び光による抑制反応と睡眠習慣の関係. 日本睡眠学会第 28 回定期学術集会, 2004, 6 月, 東京

樋口重和, 本橋豊: 生活の夜型化と睡眠習慣およびメラトニンホルモンの関係について. 第 53 回東北公衆衛生学会, 2004, 7 月, 山形市

樋口重和, 本橋豊: 光によるメラトニン抑制の生理的多型性の可能性と就寝時刻の関係. 日本生理人類学会誌. 9 特別号(2), 34-35, 2004. 日本生理人類学会第 52 回大会, 10 月, 東京

前田享史, 菅原亜紀子, 福島哲仁, 石橋圭太, 樋口重和, 綿貫茂喜, 山崎和彦, 安河内朗: 環境要因、生活習慣及び身体組成が基礎代謝量に及ぼす影響. 日本生理人類学会誌. 9 特別号(1), 34-35, 2004. 日本生理人類学会第 51 回大会, 6 月, 札幌

前田享史: 若者の嗜好任せの生活をもたらす適応力の変化, 第 5 回日本生理人類学会市民公開シンポジウム「21 世紀を“快適”に生きるには ー自分流に生きるを科学するー」. 2004 年 11 月 27 日. 東京. (12 月 22 日付け朝日新聞(大阪版)に採録が掲載)

石橋圭太: 生理反応による快適性評価と生理的多型性について, 日本生理人類学会誌, 9 特別号(2), 28-29, 2004. 日本生理人類学会第 52 回大会, 10 月, 東京

石橋圭太, 上田慎一, 郡山 実, 藤原睦弘, 安河内朗: 体位変換時の循環調節の個人内変動に関する研究. 日本生理人類学会誌. 9 特別号(1), 150-151, 2004. 日本生理人類学会第 51 回大会, 6 月, 札幌

安河内朗: 多様な適応能の考え方. 日本生理人類学会誌. 8 特別号(2), 16-17, 2003. 日本生理人類学会第 50 回大会, 10 月, 千葉

樋口重和, 本橋豊, 金子善博, 川島佳: パソコン画面による光のコントラスト比が夜間の唾液中メラトニン濃度に及ぼす影響. 日本生理人類学会誌. 8 特別号(2), 24-25, 2003. 日本生理人類学会第 50 回大会, 10 月, 千葉

前田享史: 環境適応能と生理的多型性の考え方-体温調節反応の視点から-. 日本生理人類学会誌. 8 特別号(2), 19, 2003. 日本生理人類学会第 50 回大会, 10 月, 千葉