

機関番号：13102

研究種目：若手研究（B）

研究期間：2009～2010

課題番号：21700236

研究課題名（和文） 環境の色が心身に与える持続的な効果に関するバイオマーカー研究

研究課題名（英文）

Psycho-physiological effect of colors on human secretory biomarkers

研究代表者

野村 収作 (NOMURA SHUSAKU)

長岡技術科学大学・産学融合トップランナー養成センター・特任准教授

研究者番号：80362911

研究成果の概要（和文）：

環境の色が心身に与える影響について、唾液中に分泌されるホルモン等により生理評価研究を実施した。特に、人間のストレスに応じて変動することが知られているストレス関連ホルモン等に注目し、精神作業によるストレス状況下において色が与える効果について、自律神経系の電気生理指標とともに統合的に検証した。その結果、ある生化学物質においてのみ環境の色条件により顕著な分泌応答の差異が認められた。

研究成果の概要（英文）：

Psycho-physiological effect of colors on human hormonal and other biochemical substances secretion was investigated. With regard to biochemical substances, a group of salivary secretory stress-related hormones, which were known to change its level according to the stressors in circumstance, were focused. As an experimental result, the level of a biochemical substance was found to be remarkably different by the color conditions, meanwhile no significant change was observed among other physiological indices such as blood pressure, heart rate variability, etc.

交付決定額

（金額単位：円）

	直接経費	間接経費	合計
2009年度	1,000,000	300,000	1,300,000
2010年度	1,000,000	300,000	1,300,000
年度			
年度			
年度			
総計	2,000,000	600,000	2,600,000

研究分野：総合領域

科研費の分科・細目：情報学・感性情報学・ソフトコンピューティング

キーワード：感性生理生理学、感性計測評価、感性環境学、色、ストレス、唾液、ホルモン、精神神経免疫内分泌学

## 1. 研究開始当初の背景

「病は気から」というように、人間の精神状態の悪化が身体的疾患となって表出することは経験的に自明である。しかしながら、近年の分子分析技術の発展により、そうした人間の心身の相互作用は、より物質的なレベ

ルで、かつ、日常的な現象として観察されるようになってきた。

具体的には、人間が精神的なストレス（ストレッサー）を受けた場合、体内に分泌されるある種のホルモン等の生化学物質が鋭敏に変動していることが分かってきた。例えば、

副腎皮質ホルモンであるコルチゾールは、学術試験や口頭試問などの社会心理的なストレスによりその濃度が一過的に増加することが示され、また、ストレス状態の高い者はその増加量も大きいことが報告されている。

本研究では、この心身の相互作用を反映する生化学物質群の変動を、より広義な視点から、環境が人間に与える生理心理的影響を捉える新しい方法論（あるいは評価軸=バイオマーカー）として導入する。とりわけ本研究では環境の色が心身に与える影響について研究を行う。

## 2. 研究の目的

本研究では環境の色が心身に与える影響について、人間の唾液中に分泌されるホルモン・免疫物質等の生化学物質の分泌動態により検証することを目的としている。

人間が精神的なストレスに曝された時、(1) 視床下部-脳下垂体-副腎皮質系 (HPA 系)、あるいは、(2) 自律神経中枢-副腎髄質系 (NA 系) の生理反応 (ストレス反応経路) を介して体内に様々なホルモン等が分泌される。その一部は、血液を介し唾液中にも分泌され、したがって換言すれば、唾液中から分析されるこれらの生化学物質は人間の精神的なストレスに対する物質的評価指標 (バイオマーカー) として期待されている (「3. 研究の方法」図2参照)。

本研究では短期 (急性) ストレスに曝された被験者について、環境中の色と与える生理心理効果を検証した。

本研究についてより応用に即して述べれば、環境の色による精神衛生上の効能を、生化学物質により客観的に評価し、かつその生理的機序の理解につながる成果を得ることを期待するものである。

## 3. 研究の方法

本研究では図1に示す実験系を構築し、複数のバイオマーカーおよび脳波・心電図・連続血圧・皮膚伝導率・鼻部皮膚温度を統合評価する。また、色環境による生理心理効果を強調する意図により、単純作業 (ストレスラー) 及びその開放時 (休憩) において様々な色環境に暴露し、各種生理指標をモニターする。

実験は、図1に示すように、被験者 (成人男性 20 名) に対して、短期の (急性の) ストレスラーとして 30 分の暗算計算を課し、その前後の安静時間を含む 5 時点において唾液を採取した。色環境は暗算計算中に青・赤・無色などの色メガネを装着させることにより模擬的に構成し、被験者は全ての色における実験をランダムな順番で経験した (被験者内デザイン)。

採取した唾液は直ちに -20°C の冷凍庫に

よりバイオマーカーの分析まで冷凍保存した。その他、被験者は実験を通じて、脳波・心電図・連続血圧・皮膚伝導率・鼻部皮膚温度を生体ポリグラフ装置等により計測した。

バイオマーカーは、図2に示すように HPA 系の指標としてコルチゾール等、NA 系の指標として  $\alpha$  アミラーゼや免疫グロブリン等を同じ検体を用いて複数の物質を酵素免疫測定法などにより定量した。

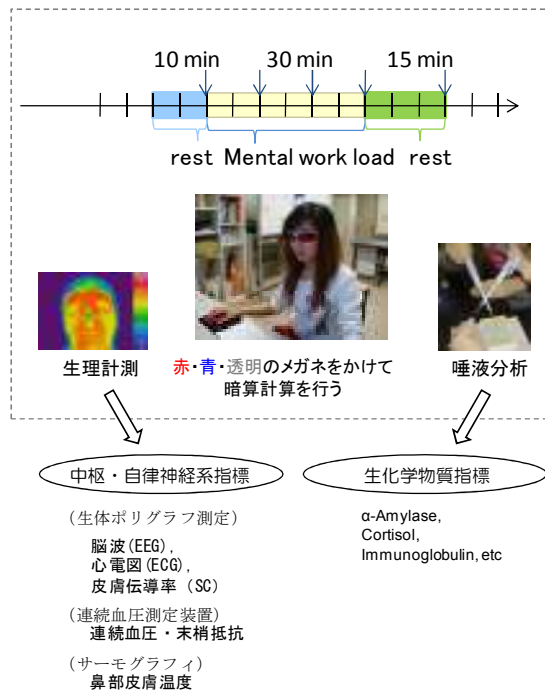


図1. 本研究の実験デザイン

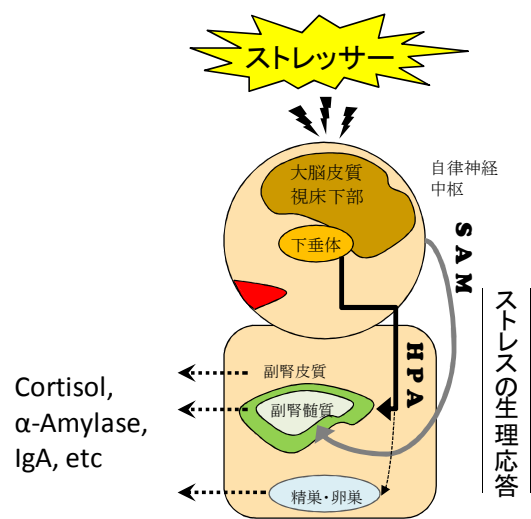


図2. 生体ストレス反応経路

#### 4. 研究成果

本研究により、ある特定のバイオマーカーが青色の環境下のみにおいて特異な変動を示すことが示された。この様な色環境による生理反応の差異は他のバイオマーカーや中枢・自律神経指標には明確には認められなかった。この様な成果は我々が知る限りにおいて世界初のものであり、本研究課題で得られた最大の成果である。以下にその具体的な内容を記述する。

本実験において評価した殆どすべての生理指標（心電図などの電気生理指標やバイオマーカー）において、暗算計算のストレス負荷による変動は認められたものの、その一方で、本研究の主眼である色環境条件における差異は認められなかった。例えば、図3に示すように、自律神経系の指標である平均血圧は、暗算計算時において、その前後の安静時と比べて顕著な増加を示し、したがって暗算計算による交感神経の賦活を明確に示していると言える。その一方で、色環境に対する顕著な差異は認められず、同図に示すようにいずれの色環境条件においても同様の反応を示した。このことは、図4に示す様に副交感神経活動の指標である心拍数変動の高周波成分（HF成分）においても同様である。HF成分は副交感神経の指標であるから、基本的に安静時やリラックス時に賦活する。同図においても暗算計算時において低下が認められ、安静時、特に暗算計算直後において大きく増加している。その一方で、前述した平均血圧と同様に、色条件による差異については明確には認められなかった。

一方、バイオマーカーにおいても、例えば、図5に示す免疫グロブリンの様に、暗算計算による短期（急性）ストレスに対する増加が

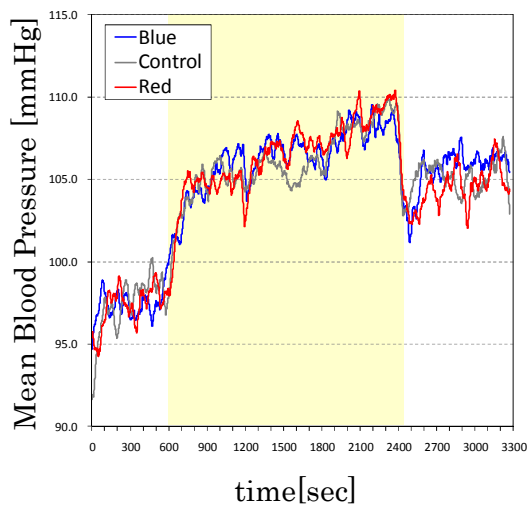


図3. 実験結果（平均血圧）

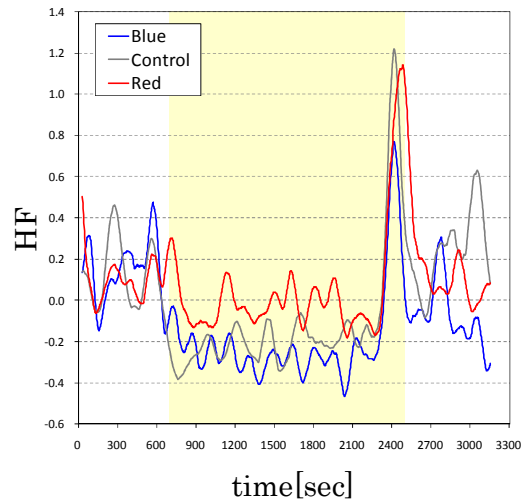


図4. 実験結果（HF成分）

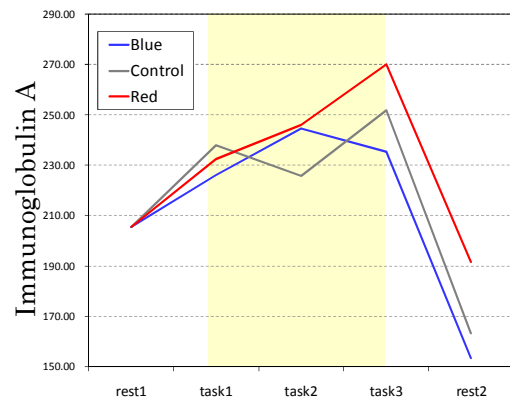


図5. 実験結果（IgA）

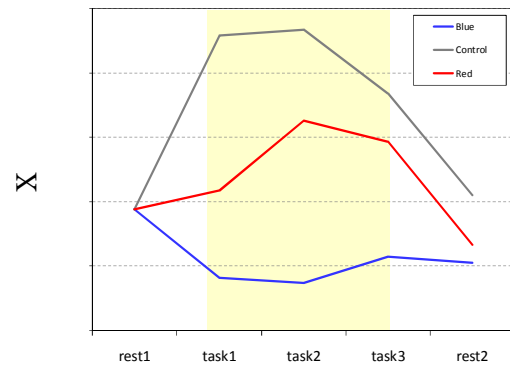


図6. 実験結果（X：生化学物質）

認められるものの（それ故、ストレスに対するバイオマーカーと呼ばれるのであるが）、色環境条件においては明確な差異が認められなかった。もっとも、免疫グロブリンについては自律神経系の活動に伴う唾液分泌との関連も指摘されており、その点、前述した自律神経系の生理指標と同様の変動を示したとしても不思議ではない。

これに対し、例えば図6に示すある物質においては特に青色条件下において顕著な変動の差異が認められた。一般に、青色の環境は自律神経系の生理反応を介して、主に鎮静的な効果をもつと言われるが、本研究の様に必ずしもその効果は明確に認められるものではない。またこのことは、ある生理評価研究のレビュー論文において、色刺激そのものが例えば香りや音に対して生体に与えるインパクトが小さく、ひいては与える刺激の強さや条件によっては（影響があったとしても）有意な差異として観察されにくい、との指摘がなされている。その点、本研究観察された図6のようなバイオマーカーの反応の差異は、前述の自律神経系の指標において差異が認められなかったことを鑑みれば稀有な結果であり、その生理機序について理解するためにはさらに実験を重ねる必要がある。

以上の様に、本研究では当初の目的のとおり、唾液中のバイオマーカーにより色が生体に与える影響について、他の自律神経系指標には認められない顕著な差異が認められた。この成果は、色環境が生体に与える影響について、その生理機序に対する学術的理解を促進させるのみならず、実社会において同様のバイオマーカーを用いることで、色環境の良し悪しや、より広義に労働環境衛生の客観的評価における新機軸としての可能性を示唆するものであると考えられる。

#### 5. 主な発表論文等

（研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線）

〔雑誌論文〕（計 11 件）

1. Shusaku Nomura, Koichi Ito, Fang Wang, Althaff Irfan C. M., Yoshimi Fukumura, Nobumichi Watahiki, and Kazuo Nakamura, "An Integrated Psychophysiological Research on the Intervention of Red Color for the Stress Induced Bodily Reaction," *International Journal of Biometrics*, **2**(2), pp.173-184, 2010. DOI:10.1504/IJBM.2010.031796
2. 野村収作, 水野統太, 野澤昭雄, 浅野裕俊, 井出英人, 「短期精神ストレスマーカーとしての唾液中クロモグラニン A の特性評価, 生体医学, **48**(2), pp.207-212, 2010.

3. 野村収作, 水野統太, 野澤昭雄, 浅野裕俊, 井出英人, 「軽度な精神作業負荷における唾液 DHEA の精神ストレス評価指標としての有効性」, ヒューマンインタフェース学会論文誌, **12**(3), pp.33-40, 2010.
4. Shusaku Nomura, Kazumichi Suguri, Yuko Okamoto, Tomoyo Nomura, Kenta Suzuki, and Hideki Tanaka, "Increase in Cortisol Awakening Response by an Ideal Instruction for Good Sleep," *Journal of Medical Informatics and Technologies*, **15**, pp.169-176, 2010.
5. Shusaku Nomura, Shuntaro Sasaki, Masato Hirakawa, and Osamu Hiwaki, "Anticipatory Processing in the Brain on the Perception of Müller-Lyer Illusionary Figures – A Brain Potential Study," *Computing Anticipatory Systems*, **1303**, pp.307-314, 2010. DOI:10.1063/1.3527168
6. 野村収作, C.M. Althaff Irfan, 山岸隆雄, 黒澤儀将, 矢島邦昭, 中平勝子, 小川信之, Santoso Handri, 福村好美, 「血行力学的パラメーターによる e ラーニング受講者の生理評価研究」, 電気学会論文誌 C, **131**(1), pp.146-151, 2011.

〔学会発表〕（計 21 件）（内：招待講演 8 件）

1. 野村収作, (招待講演) : Kansei physiology – method and evidence , *International Conference on Advanced Computer Science and Information System 2010*, Bali (Indonesia), 2010.11.19.

〔図書〕（計 3 件）

1. Shusaku Nomura, "Kansei's Physiological Measurement and Its application (1)-Salivary Biomarkers as a New Metric for Human Mental Stress", in *Kansei Engineering and Soft Computing: Theory and Practice*, Ying Dai, Basabi Chakraborty, and Minghui Shi, Eds., pp.303-318, IGI Global, Pennsylvania, 2011. (ISBN13:9781616927974)

〔その他〕

ホームページ等

[http://www.nagaokaut.ac.jp/j/anna\\_i/NUT-toprun/NUT-toprun.html](http://www.nagaokaut.ac.jp/j/anna_i/NUT-toprun/NUT-toprun.html)

#### 6. 研究組織

(1) 研究代表者

野村収作 (NOMURA Shusaku)

長岡技術科学大学・産学融合トップランナー養成センター・特任准教授

研究者番号：80362911