

科学研究費助成事業（科学研究費補助金）研究成果報告書

平成25年 5月27日現在

機関番号：10101

研究種目：基盤研究(C)

研究期間：2010～2012

課題番号：22570225

研究課題名（和文）脳酸素動態と認知課題成績からみた高次脳機能の修飾刺激応答の個体差とその影響要因

研究課題名（英文）Individual differences in responses to modification stimuli in higher brain function and influence factors for them

研究代表者

新岡 正 (NIIOKA TADASHI)

北海道大学・大学院地球環境科学研究院・准教授

研究者番号：20123953

研究成果の概要（和文）：低、中/高レベル騒音が認知課題成績、脳酸素動態、および心臓血管系反応に及ぼす影響の個体差は心理・性格特性で一部説明可能であることが明らかになったことから、認知課題成績等において認められた比較的大きな個体差の少なくとも一部は、心理・性格特性における多型性その原因であると考えられるべきであることが示された。また、騒音反応と心理・性格特性との関係性は、騒音レベルに依存して変化することが明らかになった。

研究成果の概要（英文）：Alterations during two repetitive executions of a cognitive task, without noise and with low- or moderate/high-level noise were examined for cognitive-task performance, hemoglobin concentrations in the prefrontal association cortex, and cardiovascular-system response, and were analyzed, being focused on individual differences. The results show that individual differences in alterations in task performance under the noise condition depend on noise level and are based directly on psychological and personality traits, or indirectly on those via alterations by noise exposure in the cerebral hemodynamic or cardiovascular-system response, or in the both of them, which have related to psychological and personality traits. Consequently, the individual differences observed have been considered to originate in part from polymorphism in psychological and personality traits.

交付決定額

(金額単位：円)

	直接経費	間接経費	合計
2010年度	900,000	270,000	1,170,000
2011年度	1,200,000	360,000	1,560,000
2012年度	800,000	240,000	1,040,000
年度			
年度			
総計	2,900,000	870,000	3,770,000

研究分野：環境医学，認知科学，生体工学，生物学

科研費の分科・細目：人類学，応用人類学

キーワード：生理的多型，生理人類学，高次脳機能影響評価，高精度計測システム，生物・生体工学，脳酸素動態，心理・性格特性，心臓血管系反応

1. 研究開始当初の背景

生理人類学的研究として、人間をより良く理解し、また、その社会生活の質の向上を目指す観点に立って、ヒトの高次脳機能

に及ぼす環境因子の影響を個体差あるいは多型性の面から解明することは、重要課題である。高次脳機能は環境中の種々の刺激因子によって影響され、かつ、

その影響の受け方には大きな個体差が存在する。同じ刺激であっても、ある個人では高次脳機能は妨害されるが、別な個人では逆に促進されるなど、刺激に対する高次脳機能の修飾のされ方は個人レベルで大きく異なる。しかし、これまで対象者全体としてどのような影響を受けるのかを見極めることが先決問題であったため、高次脳機能におけるこのように大きな個体差をその発生要因にまで十分掘り下げて検討するまでに至っていなかったといえる。

生活環境中刺激因子として、光刺激、音刺激などがあるが、この中で、音すなわち騒音がヒトの生理機能・反応に及ぼす影響について、強大レベル騒音の影響についてはこれまでの研究によってある程度解明されてきたが、現代社会にあってなお広範囲に存在する低、中/高レベル騒音が高次脳機能に及ぼす影響については未だ不明の点が多い。この原因の一つは低、中/高レベル騒音に対する反応の個体差が非常に大きいためであると考えられる。また、騒音は情動と関連することから、大きな個体差すなわち反応の多様性を生じさせる要因として、情動反応に密接に関連する心理・性格特性に注目することは特に重要である。

2. 研究の目的

本研究では、環境中の刺激因子の一つである騒音が存在する場合の高次脳機能に及ぼす影響を、新規に開発した認知課題成績高感度・高精度計測システムと非侵襲・非拘束の近赤外分光法方式脳酸素動態計測システムを用い、特に心理・性格特性の関わりに注目して、個体レベルで明らかにしようとするものであり、認知課題成績、脳酸素動態、および心臓血管系反応を、相互に関連づけることによって高次脳機能における個体差の原因解明と、環境中刺激因子が高次脳機能に及ぼす影響の全体像を明らかにすることを最終的な目的とする。このために、以下の各項目を本研究の目標とした。

- (1) 認知課題成績、脳酸素動態、および心臓血管系反応が騒音によってそれぞれどのように影響されるのかを特に個体差に注目して明らかにする。
- (2) これら各項目間の相互の関係を特に心理・性格特性との関係に注目して解析する。
- (3) それら相互の関係性が騒音のレベルにどのように依存するのかを明らかにする。
- (4) 高次脳機能における騒音影響の個体差の要因のひとつが心理・性格特性であることを明らかにする。

3. 研究の方法

- (1) 高次脳機能を賦活化させるために、認知

課題として研究代表者らが開発したコンピュータ制御改変 Stroop 色-語課題 (4 分間) を用いた。

(2) 認知課題における課題提示および反応計測には申請者らが開発した認知課題提示・反応計測システム (特許第 4765059 号) を用いることにより、認知課題成績を反応の正確さと反応の速さとに分離し、かつ、プライミング効果 (前試行の影響) をも評価可能とした。

(3) 認知課題成績の指標としては、解答数、正答数、誤答数、正答率、反応時間、および動作時間を基本項目として採用した。

(4) 脳内酸素化ヘモグロビン (oxy-Hb)、脱酸素化ヘモグロビン (deoxy-Hb)、および総ヘモグロビン (total-Hb) の各濃度変化を、前額部に装着した近赤外分光装置のプローブにて、非侵襲的かつ連続的に計測した。これにより前頭前野の賦活化に伴う脳酸素動態の変化を定量的に追跡した。

(5) このとき、自律神経系活動を反映する心臓血管系反応 (心拍数、収縮期血圧、拡張期血圧) を、脳酸素動態計測との同時・連続計測により、非侵襲的に求めた。

(6) 個体差を生じさせる背景因子として着目した被験者の心理・性格特性を、状態-特性不安検査 (STAI)、顕在性不安検査 (MAS)、モーズレイ性格検査 (MPI) およびストレス自己評価尺度 (SSRS) の各検査法を用いて評価した。

4. 研究成果

本研究で得られた具体的成果は以下のとおりである。

(1) まず、騒音が負荷されていない条件で、18名の健常若年者を対象として、認知課題2回連続遂行において、1回目の結果を基準とした2回目の変化量を求め、これについて検討した。この時、心理・性格特性との関係性に注目した。結果として、平均値で、反応時間 約-0.09 秒、正答率 約+0.01、脱酸素化ヘモグロビン濃度 (相対値) 約+0.01、心拍数 約-2 (拍/分) の各変化量を得た。また、各検査値間の相関係数では、収縮期血圧:誤答数、MPI 外向性-内向性尺度:解答数において、それぞれ約-0.65、0.49 などの有意な値の他、プライミング効果項目と他の検査項目との間に多くの相関関係を認めた。一方で、脳酸素動態と心臓血管系反応の間には有意な相関関係を認められなかった。

(2) 次に、低レベル騒音としての約65dB(A)の騒音が負荷されている条件のもとで、認知課題2回連続遂行 (2回目のみ騒音負荷) における変化量を求め、これを騒音無負荷の変化量と比較することにより得た“増加変化量”について解析した。結果と

して、平均値の検討においては、反応時間を初めとして、解答数、正答数、誤答数および正答率について、プライミング効果も含めて全ての項目において、有意な変化は認められなかった。また、脳酸素動態および心臓血管系反応においても同様に有意な変化は認められなかった。従って、実験対象者全体平均では 65dB(A)騒音は認知課題成績の動作時間を除くと検討した全ての検査項目において有意な影響を与えていないように見えた。一方で、いずれの検査項目においても比較的大きな個体差が認められ、かつ、各項目間の相関係数には有意な相関関係が多数認められた。そこで検査値相互の関係性を重回帰分析により解析した結果、前額部の deoxy-Hb が騒音の影響で減少する者では解答数、正答率等の課題成績が向上し、逆に増加する者ではこれらの成績が低下することが明らかとなった。また、反応時間および動作時間は、それぞれ STAI 特性不安存在尺度得点 (STAI-P) および MPI 神経症的傾向尺度得点 (MPI-N) が高得点の者ほど騒音により延長することが明らかとなった。重回帰分析を更に進めると、deoxy-Hb の“増加変化量”は、心拍数および収縮期血圧の“増加変化量”と SSRS の問題焦点得点 (SSRS-PF) によってその約 37% を説明することができ、また、MAS 得点と STAI-P はそれぞれ心拍数と収縮期血圧の“増加変化量”の約 27% と約 48% を説明できることが明らかになった。これらのことから課題成績への 65dB(A)騒音の影響としては、背景として個人毎の心理・性格特性によって騒音の影響が異なり、反応時間等においてはそれが直接表出し、また、正答率等においては脳酸素動態さらには心臓血管系反応を介して表出することが示唆された。

(3) 中/高レベル騒音としての約 85dB(A)の騒音が負荷されている条件のもとで、同様にして“増加変化量”を得て解析した。結果として、実験対象者全体の平均値として、騒音による反応時間の有意な延長(約+0.12秒)、解答数および正答率の有意な減少(それぞれ約-13および約-0.03)など、認知課題成績の明らかな低下が認められた。更に、重回帰分析により分析した結果、反応時間の“増加変化量”は、性格特性(SSRS-PFとMPI-N)によってその約37%が説明されることが明らかになった。一方で、脳酸素動態と心臓血管系反応からの課題成績への関与はプライミング効果だけにおいて認められるなど、非常に限られていることが明らかになった。従って、中/高レベル騒音である85dB(A)負荷状態での高次脳機能は、プライミング効果という深層における影響を除くと、脳酸素動態や心臓血管系反応を介さずに、すなわち脳酸素動態および心臓血管系反応の変化とほぼ無関係に、心理・性格特性との関係のみで直接的

に騒音の影響を受けることが示唆された。(4)以上、低、中/高レベル騒音に対する反応の個体差は、心理・性格特性で一部説明可能であることが明らかになったことから、認知課題成績等において認められた比較的大きな個体差の少なくとも一部は、心理・性格特性における多型性がその原因であると考えられるべきであることが明らかになった。更に、騒音反応と心理・性格特性との関係性は、騒音レベルに依存して変化することが明らかになった。本研究で高次脳機能の刺激応答における個体差が、一部とはいえ心理・性格特性の多型性に因ること、しかもそれら相互の関係性は刺激因子の強さレベルに依存して変化することを明らかにできたことは、この研究分野における個体差の発生要因について新たな視点を与えたということができ、その意義は大きいと考える。今後は同様な方法論で環境中の刺激対象を更に広げて研究を進めてゆくことにより、高次脳機能に及ぼす環境中刺激因子の影響についての全体像解明へと発展させることが期待できる。

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4件)

① Tanaka G, Yamakoshi K, Sawada Y, Matsumura K, Maeda K, Kato Y, Horiguchi M, Ohoguro H. (2011). A novel photoplethysmography technique to derive normalized arterial stiffness as a blood pressure independent measure in the finger vascular bed. *Physiol Meas*, 32: 1869-1883. DOI: 10.1088/0967-3334/32/11/003 (査読有)

② Tanaka G, Kato Y, Matsumura K, Horiguchi M, Ogasawara H, Sawada Y. (2011). The association between chronic psychosocial stress, allostatic load, and vascular health in asymptomatic young men: A pilot study using a novel finger arterial stiffness index. *Jpn Psychol Res*, 53:140-154. DOI: 10.1111/j.1468-5884.2011.00461.x (査読有)

③ 田中豪一, 前田貴美人, 加藤有一, 松村健太, 三浦哲嗣, 小池城司, 大黒浩. (2011). 糖尿病の細小血管障害マーカーとしての指動脈スティフネス指数. *生心理精生理*, 29:217-226. DOI:10.5674/jjppp.1117oa (査読有)

④ 小笠原晴子, 田中豪一, 堀口雅美, 河口明人. (2011). 医学生における抑うつ傾向と動脈硬化疾患危険因子についての検討—インスリン抵抗性および低血圧との関連性—. *健康心理研*, 24: 42-49.

http://ci.nii.ac.jp/naid/40019259188 (査読有)

[学会発表] (計 18 件)

- ① 新岡 正, 大貫宗一郎. 認知課題成績等に及ぼす騒音影響の騒音レベル依存性と個体差要因の分析. 第83回日本衛生学会学術総会, 金沢大学 (金沢市), 3月25日, 2013
- ② 田中豪一, 加藤有一, 古本智夫. 血圧・血管弾性・内皮機能を総合する細小動脈拡張能簡易検査の開発. 第19回日本行動医学会学術総会, 東邦大学 (東京都), 3月8日, 2013
- ③ 新岡 正, 大貫宗一郎. 低レベル騒音が認知課題成績、脳酸素動態および心臓血管系反応に及ぼす影響と相互の関係. 日本生理人類学会第67回大会, 首都大学東京 (東京都), 11月17日, 2012
- ④ 加藤有一, 田中豪一, 小笠原晴子, 堀口雅美, 澤田幸展. ストレス回復性とポジティブ性格特性との関連. 第30回日本生理心理学会大会, 北海道大学 (札幌市), 5月2日, 2012
- ⑤ 新岡 正, 大貫宗一郎. 認知課題成績、脳酸素動態および心臓血管系反応への低レベル騒音の影響と性格特性. 第82回日本衛生学会学術総会, 京都大学 (京都市), 3月25日, 2012
- ⑥ Tanaka G. Association between the eating behavior and a chronic stress as indexed by allostatic load in healthy young men. The Second International Conference of Indigenous and Cultural Psychology (INVITED SYMPOSIUM 招待講演), Udayana University, Indonesia, Dec. 22, 2011
- ⑦ 田中豪一. 糖尿病患者における指細小動脈ステイフネスの亢進. 久留米大学 (久留米市), 第18回日本行動医学会学術総会, 12月10日, 2011
- ⑧ 田中豪一. ポジティブ性格特性はストレス回復機序を媒介として身体健康へ影響する. 久留米大学 (久留米市), 第18回日本行動医学会学術総会, 12月10日, 2011
- ⑨ 田中豪一, 前田貴美人, 大黒 浩. 指動脈ステイフネス指数を応用した糖尿病の簡易細小血管障害診断法の開発. 第28回日本眼循環学会, 東京国際フォーラム (東京都), 12月3日, 2011
- ⑩ 新岡 正, 大貫宗一郎. 騒音が認知課題成績に及ぼす影響の個体差生起要因としての脳酸素動態および心臓血管系反応. 日本生理人類学会第65回大会, 関西大学100周年記念会館 (吹田市), 11月26日, 2011
- ⑪ Niioka T, Ohnuki S. Effects of noise on computer-based task performance, cerebral hemoglobin concentrations, and cardiovascular-system response and their individual differences. XI International

Conference on Cognitive Neuroscience, Auditorium of Palma de Mallorca, Spain, September 27, 2011

- ⑫ 新岡 正, 大貫宗一郎. 騒音が認知課題成績に及ぼす影響と重回帰分析によるその個体差要因の分析. 第81回日本衛生学会学術総会 (東日本大震災により誌上発表), 昭和大学旗の台キャンパス (東京都), 3月28日, 2011
- ⑬ 田中豪一. 動脈硬化化臨床群における指動脈ステイフネス指数の比較. 第17回日本行動医学会学術総会, 東京大学 (東京都), 3月12日, 2011
- ⑭ 田中豪一. 健常男子青年における血管健康—指動脈弾力性とCAVIの比較—. 第7回血管バイオメカニクス研究会, 品川グランドセントラルタワー (東京都), 11月6日, 2010
- ⑮ 新岡 正, 大貫宗一郎. 騒音が認知課題遂行時の課題成績、脳酸素動態および心臓血管系反応に及ぼす影響と性格特性依存. 第17回医用近赤外線分光法研究会, 旭川グランドホテル (旭川市), 10月16日, 2010
- ⑯ Tanaka G. Relationship between psychosocial chronic stress and vascular health status in healthy young men. [Symposium: Theoretical and methodological advances in stress and health research] International Conference of 4th Asian Congress of Health Psychology, Howard International House, Taiwan, August 30, 2010 (招待講演)
- ⑰ 新岡 正, 大貫宗一郎. 連続波方式近赤外線分光法による脳酸素動態計測データに対する評価—認知課題遂行時の絶対値計測データに基づく検討—. 日本生理人類学会第62回大会, 大阪国際大学 (守口市), 5月15日, 2010
- ⑱ 新岡 正, 大貫宗一郎. 認知課題遂行中の脳酸素動態における連続波方式近赤外線分光法データの過小評価の可能性. 第80回日本衛生学会, 仙台国際センター (仙台市), 5月10日, 2010

6. 研究組織

(1) 研究代表者

新岡 正 (NIIOKA TADASHI)

北海道大学・大学院地球環境科学研究
院・准教授

研究者番号: 20123953

(2) 研究分担者

田中 豪一 (TANAKA GOHICHI)

札幌医科大学・医療人育成センター・准
教授

研究者番号: 10167497