

## 2チャンネル近赤外分光法を用いて測定した前頭葉課題 実行中の前頭前野の活性と5因子性格モデルの関連性

池田東香<sup>1,2)</sup>, 池田英二<sup>1,3,4)</sup>, 塩崎一昌<sup>1,5)</sup>, 平安良雄<sup>1)</sup>

Haruka Ikeda, Eiji Ikeda, Kazumasa Shiozaki, Yoshio Hirayasu

【目的】近赤外分光法(NIRS)と認知課題を用いて5因子性格モデルの生物学的背景を調べた。  
【方法】健常成人20名(男性11名,女性9名,平均年齢33.8歳)を対象とした。性格特性はNEO-FFIにより評価し,ストループテストおよび語流暢性課題(VFT)中の前頭前野の血流変化を,2チャンネルNIRSを用いて測定した。  
【結果】ストループテストとVFTとは前頭前野の酸化ヘモグロビン濃度変化量が異なることが示された。偏相関分析を用い,ストループテストの不一致条件下での右前頭前野の平均酸化ヘモグロビン濃度と,調和性の得点との間に有意な正相関を認めた( $r=0.7429$ ,  $p<0.05$ )。しかし,VFTでは5因子のどの項目とも相関しなかった。  
【考察】調和性が高いほど,安静時の脳機能と関連するデフォルトモードネットワークが抑制されにくい可能性が示された。ストループテストの不一致条件下でのみ有意な相関がみられたのは,不一致条件が,一致条件やVFTよりも集中力が必要とされるためと思われた。

<索引用語:近赤外分光法,酸化ヘモグロビン,人格検査,前頭葉,ストループテスト>

### はじめに

近年,近赤外分光法(NIRS)が精神科臨床や心理学の研究に広く利用されている。Satoら<sup>17)</sup>は語流暢性課題(verbal fluency task:VFT)中にNIRSを用い,人格傾向とヘモグロビン変化量との相関を報告しているが,ストループテストについて同様の研究はない。そこで,本研究では,5因子性格モデル(five factor model:FFM)の生物学的背景について,ストループテストおよびVFT課題を用い,NIRSによって脳活動を評価した。

### I. 研究の方法および結果

#### 1. 対象

健常成人20名(男性11名,女性9名,平均年齢33.8歳)を対象とした。全員右利きで,教育歴は短大卒以上であった。全員に本研究の趣旨を説明し,書面による同意を得た。なお,本研究は横浜市立大学倫理委員会の承認を得ている。

#### 2. NEO-FFI

NEO-FFIは神経症傾向,外向性,開放性,調和性,誠実性を測る人格検査<sup>4,18)</sup>である。各項目の素点をT得点に変換して評価した。

著者所属:1)横浜市立大学大学院医学研究科精神医学部門 2)小矢部大家病院 3)埼玉大学教育学部学校保健学講座  
4)神戸大学保健管理センター 5)横浜市総合保健医療センター

本論文は,PCN誌に掲載された最新の研究論文<sup>7)</sup>を編集委員会の依頼により,著者の1人が日本語で書き改め,その意義と展望などにつき加筆したものである。

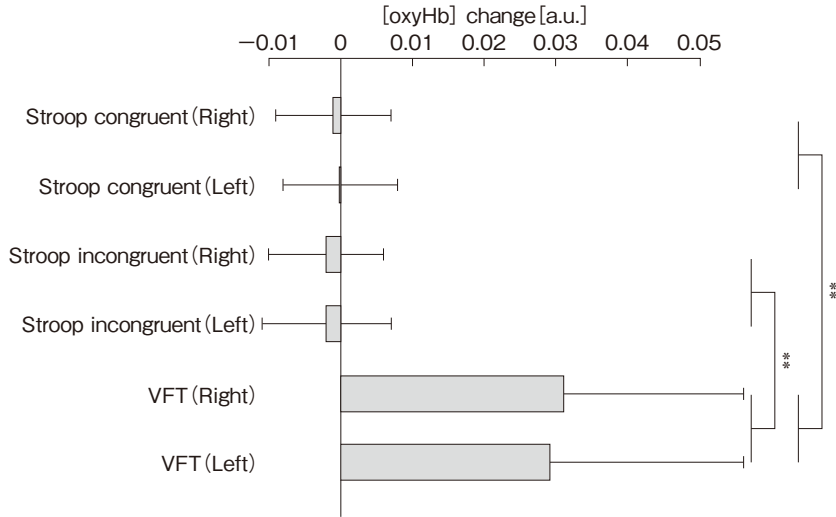


図1 各課題における酸化ヘモグロビン濃度変化  
\*\* $p < 0.01$

### 3. ストループテスト

あか, あお, きいろ, みどりの4語について<sup>21,23)</sup>, このうちの1色で書かれた色を回答してもらった。実験は, 休憩, 色と言葉の一致した一致条件 (25語), 色と言葉が一致しない不一致条件 (25語) のブロックから構成され, 10秒の休憩後, 一致と不一致のブロックを30秒の休憩を挟み交互に2回ずつ行った。

### 4. VFT

あ, か, さで始まる語を各々20秒ずつ回答してもらった。課題前30秒間は「あいうえお」と繰り返してもらった<sup>9)</sup>。

### 5. NIRS

2チャンネルワイヤレスシステム (ダイナセンズ社製) を用いた。測定部位は10-20電極法のFp1とFp2とした (両側前頭前皮質のBA10相当)。酸化ヘモグロビンを脳の活性化の指標とし<sup>20)</sup>, 課題前10秒のベースライン区間と課題区間の平均値の差を変化量とした。

### 6. 統計解析

酸化ヘモグロビン変化量を, 2要因反復測定分散分析 (左右とそれぞれの課題につき) を用いて解析した。さらに変化量と人格傾向の関連性の検討には偏相関分析を用い, 制御変数には, 年齢, 単語数 (VFT), 反応時間 (ストループテスト) を用いた。有意水準は5%とし, 多重比較にBonferroni法を用い,  $r > 0.7024$  または  $r < -0.7024$  において統計学的に有意とした。

### 7. 結果

2つの課題間に有意差がみられた ( $F [2, 38] = 28.122, p < 0.00001$ ) (図1)。しかし, 左右差 ( $F [1, 19] = 0.037, p = 0.8492$ ), および, 交互作用はなかった ( $F [2, 38] = 0.234, p = 0.7923$ )。表1に変化量と人格傾向との相関を示した。ストループテストの不一致条件において, 右前頭前野の酸化ヘモグロビンの変化量とNEO-FFIの調和性が有意な正相関を示した (図2)。他に有意な相関はなかった。

## II. 考察

我々の結果は不一致刺激という認知的葛藤のあ

表1 偏相関係数

	Neuroticism	Extraversion	Openness	Agreeableness	Conscientiousness
Stroop test					
Congruent condition					
right	-0.2703	-0.1147	0.0887	0.6679	-0.0435
left	-0.2922	-0.0070	-0.0830	0.1055	0.2195
Incongruent condition					
right	-0.2612	0.0253	-0.0805	0.7429*	0.3304
left	0.1005	-0.0973	-0.2721	-0.2043	0.2044
VFT					
right	0.2525	-0.2855	0.0261	-0.1730	0.2228
left	-0.0042	0.0211	0.0052	0.0750	0.3610

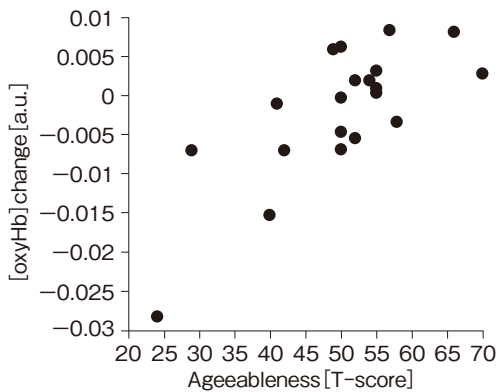
\* $p < 0.05$ 

図2 ストループテストの不一致条件下での右前頭前野の酸化ヘモグロビン変化と調和性

る条件において、性格傾向の中で調和性と前頭前野の活動が関連していることを示唆している。調和性が高いことは葛藤を避ける傾向であり<sup>12)</sup>、習慣的行動や認知の抑制が難しく、回答選択にエネルギーを多く消費すると推測される。

デフォルトモードネットワークという特定の脳領域に関する概念があり<sup>2,11,13,19)</sup>、自己内部の情報過程にかかわっている<sup>1)</sup>。デフォルトモードネットワークは認知的な課題を要求されている間は不活性化する<sup>5)</sup>。しかし、その不活性化は課題の特性にもよると考えられている<sup>10)</sup>。ストループテストでは Harrison ら<sup>6)</sup>が、課題に誘発された不活性化(task-induced deactivations: TID)を報告し、休憩時よりもストループテスト時、特に不一致条

件下で強いことを示した。よって、認知的に負荷が大きい刺激はより強い TID を誘発すると考えられる。

Harrison らの報告した不活性化は前頭前野の表層付近まで達している。NIRS の測定領域について、Sato ら<sup>16)</sup>は、課題中における NIRS と fMRI による測定結果の相関を報告し、前頭前野の活動が NIRS により測定可能であるとしている。また休憩時の脳の活動について、Sasai ら<sup>15)</sup>は、fMRI と同様に NIRS でも Fp1 と Fp2 にて測定可能であるとしている。これらの報告から、我々の測定領域は内側前頭前皮質というデフォルトモードネットワークの領域を部分的に含んでおり、テスト中は TID を反映していると考えられる。しかし調和性の高い人ほど TID が弱かった。Sampaio ら<sup>14)</sup>は休憩時に内側前頭前皮質の活動と調和性が有意に正の相関を示したと報告している。調和性の高い人は、休憩時の高い活動のためテスト開始後にデフォルトモードネットワークが抑制されにくいと考えられる。

今回 VFT 中に不活性化がみられなかった理由として、①NIRS の分解能が低く不活性化が広域の活動<sup>8,22)</sup>によって隠された、②VFT はストループテストに比べ、認知的負荷が小さく、ストループテストほどの集中力は必要とされない、ということが考えられる。

本研究ではストループテストの不一致条件において最大の相関係数がみられ、VFT で最小で

あった。調和性と前頭前野の血流との相関はより難しい課題において明確に観察されると考えられる。

### おわりに

今回、ストループテストとNIRSを用いてFFMの生物学的な基盤を調べた。非侵襲的にFFMと脳機能、デフォルトモードネットワークとの関連性を明らかにしたことが本研究の意義といえる。調和性と依存性パーソナリティ障害に関する研究<sup>3)</sup>はあるが、脳機能も含めた研究はなく、今後FFMとNIRSを用いたパーソナリティ障害の研究へ展開していくことが望まれる。

なお、本論文に関連して開示すべき利益相反はない。

**謝 辞** 本研究はJSPS科研費(B-19790825)の助成を受けた。

### 文 献

- 1) Anticevic, A., Cole, M. W., Murray, J. D., et al. : The role of default network deactivation in cognition and disease. *Trends Cogn Sci*, 16 ; 584-592, 2012
- 2) Binder, J. R., Frost, J. A., Hammeke, T. A., et al. : Conceptual processing during the conscious resting state. A functional MRI study. *J Cogn Neurosci*, 11 ; 80-95, 1999
- 3) Costa, P. T., Jr., McCrae, R. R. : Personality disorders and the five-factor model of personality. *J Pers Disord*, 4 ; 362-371, 1990
- 4) Costa, P. T., Jr, McCrae, R. R. : Revised NEO Personality Inventory (NEO-PI-R) and NEO Five-Factor Inventory (NEO-FFI) Professional Manual. Psychological Assessment Resources Inc, Odessa, 1992
- 5) Fox, M. D., Snyder, A. Z., Vincent, J. L., et al. : The human brain is intrinsically organized into dynamic, anti-correlated functional networks. *Proc Natl Acad Sci U S A*, 102 ; 9673-9678, 2005
- 6) Harrison, B. J., Pujol, J., López-Solà, M., et al. : Consistency and functional specialization in the default mode brain network. *Proc Natl Acad Sci U S A*, 105 ; 9781-9786, 2008
- 7) Ikeda, H., Ikeda, E., Shiozaki, K., et al. : Association of the five-factor personality model with prefrontal activation during frontal lobe task performance using two-channel near-infrared spectroscopy. *Psychiatry Clin Neurosci*, 68 ; 752-758, 2014
- 8) Kameyama, M., Fukuda, M., Yamagishi, Y., et al. : Frontal lobe function in bipolar disorder : A multi-channel near-infrared spectroscopy study. *Neuroimage*, 29 ; 172-184, 2006
- 9) Kubota, Y., Toichi, M., Shimizu, M., et al. : Prefrontal activation during verbal fluency tests in schizophrenia—a near-infrared spectroscopy (NIRS) study. *Schizophr Res*, 77 ; 65-73, 2005
- 10) Mayer, J. S., Roebroek, A., Maurer, K., et al. : Specialization in the default mode : Task-induced brain deactivations dissociate between visual working memory and attention. *Hum Brain Mapp*, 31 ; 126-139, 2010
- 11) Mazoyer, B., Zago, L., Mellet, E., et al. : Cortical networks for working memory and executive functions sustain the conscious resting state in man. *Brain Res Bull*, 54 ; 287-298, 2001
- 12) McCrae, R. R., Costa, P. T., Jr. : Personality in Adulthood : A Five-Factor Theory Perspective, 2nd ed. Guilford Press, New York, p.46-47, 2006
- 13) Raichle, M. E., MacLeod, A. M., Snyder, A. Z., et al. : A default mode of brain function. *Proc Natl Acad Sci U S A*, 98 ; 676-682, 2001
- 14) Sampaio, A., Soares, J. M., Coutinho, J., et al. : The Big Five default brain : Functional evidence. *Brain Struct Funct*, 219 ; 1913-1922, 2014
- 15) Sasai, S., Homae, F., Watanabe, H., et al. : A NIRS-fMRI study of resting state network. *Neuroimage*, 63 ; 179-193, 2012
- 16) Sato, H., Yahata, N., Funane, T., et al. : A NIRS-fMRI investigation of prefrontal cortex activity during a working memory task. *Neuroimage*, 83 ; 158-173, 2013
- 17) Sato, T., Fukuda, M., Kameyama, M., et al. : Differential relationships between personality and brain function in monetary and goal-oriented subjective motivation : multichannel near-infrared spectroscopy of health subjects. *Psychiatry Clin Neurosci*, 66 ; 276-284, 2012
- 18) Shimonaka, Y., Nakazato, K., Gondo, Y., et al. : NEO-PI-R and NEO-FFI Manual for the Japanese Version. Tokyo Shinri Inc, Tokyo, 24-26, 1999
- 19) Shulman, G. L., Fiez, J. A., Corbetta, M., et al. :

Common Blood Flow Changes across Visual Tasks : II. Decreases in cerebral cortex. *J Cogn Neurosci*, 9 ; 648-663, 1997

20) Strangman, G., Culver, J.P., Thompson, J.H., et al. : A quantitative comparison of simultaneous BOLD fMRI and NIRS recordings during functional brain activation. *Neuroimage*, 17 ; 719-731, 2002

21) Stroop, J. R. : Studies of interference in serial

verbal reactions. *J Exp Psychol*, 18 ; 643-662, 1935

22) Suto, T., Fukuda, M., Ito, M., et al. : Multichannel near-infrared spectroscopy in depression and schizophrenia : cognitive brain activation study. *Biol Psychiatry*, 55 ; 501-511, 2004

23) Zysset, S., Muller, K., Lohmann, G., et al. : Color-word matching Stroop test : separating interference and response conflict. *Neuroimage*, 13 ; 29-36, 2001

---