

第18回 一般社団法人 日本光脳機能イメージング学会 学術集会

【開催日時】 2015年7月25日(土) 10時00分～19時00分

【開催場所】 星陵会館(東京都千代田区永田町2-16-2) 地下鉄永田町駅 徒歩3分
<http://www.seiryokai.org/kaikan.html>

【研究発表会参加費】 : 一般 4,000円, 学生 2,000円.

【懇親会参加費】 : 2,000円 (星陵会館4階 レストランにて立食形式)

第18回 大会長 : 多賀源太郎 (東京大学大学院教育学研究科)

理事長 : 渡辺 英寿 (自治医科大学)

副理事長(事務局代表) : 酒谷 薫 (日本大学)

E-Mail: jofbis@gmail.com

事務局: 福島県郡山市田村町徳定字中河原1番地

日本大学工学部・電気電子工学科 次世代工学技術研究センター内

第18回 学術集会 プログラム

10:00-10:10 開会挨拶 理事長 渡辺 英寿

10:10-11:00 大会長講演 座長 渡辺英寿

「脳血液動態の位相が意味するもの」

多賀 厳太郎（東京大学大学院教育学研究科）

11:00-12:00 大会長企画 座長 多賀 厳太郎

「波としての光子」

古澤 明（東京大学大学院工学系研究科）

12:00-13:00 昼食 企業プレゼンテーション

13:00-14:00 特別講演 座長 星 詳子

「動物発生における細胞のふるまい～細胞間コミュニケーションから組織形成まで～」

高橋 淑子（京都大学大学院理学研究科）

14:00-15:15 光脳機能イメージングの最前線 座長 檀 一平太

14:00-14:30 講演 1

「階層ベイズ画像再構成アルゴリズムによる拡散光トモグラフィの改良」

山下 宙人（国際電気通信基礎技術研究所（ATR））

14:30-15:00 講演 2

「精神疾患への Bio-marker としての応用」

滝沢 龍（東京大学大学院医学系研究科）

15:00-15:15 総合討論

休憩（15:15-15:30）

15:30-16:30 ポスター発表フラッシュトーク 座長 皆川 泰代

ポスター発表全演題について、概要を口頭説明（1件につき90秒、資料1枚）

16:30-16:35 閉会挨拶 多賀 厳太郎

16:40-18:00 ポスター発表（会場 3A、3B、4A、4B）

展示ポスター前で議論（ポスター撤収は17:20以降、ボードは18:00に撤収）

17:30-19:00 懇親会 4階レストランにて

18:00 ポスター撤収

ポスター1 (会場 3A, 3B)

- P1-1 ダブルフラッシュ錯覚時における感覚間相互作用時の fNIRS を用いた脳機能計測法
信楽 慧, 蜂須賀 啓介, 奥野 英一, 廣安 知之
同志社大学大学院生命医科学研究科
- P1-2 各種図形認識動作における脳前頭前野の賦活域
西原一嘉、西原小百合、新関雅俊
大阪電気通信大学
- P1-3 脳波 ERP と NIRS データを用いたワーキングメモリ課題の難易度評価手法の検討
(その3) ;実空間の照明光学特性が作業難易度評価に与える影響
澤井 浩子¹, 稲生 楽², 小山 恵美¹
¹京都工芸繊維大学 ²京都工芸繊維大学 現) 三菱電機冷熱プラント株式会社
- P1-4 健常高齢者における視覚性作業記憶課題時の前頭前野のタスク前賦活
大星有美^{1,2}、菊知充³、河合正好²、尾内康臣¹
¹ 浜松医科大学 生体機能イメージング研究室 ² 常葉大学保健医療学部作業療法学科
³ 金沢大学子どもこころの発達研究センター
- P1-5 脳血流動態測定をふまえた低速追従走行時のドライバーの運転負担の評価
中村正裕 谷口栄一 山田忠史 中村有克
京都大学大学院工学研究科
- P1-6 運動イメージ想起時における道具把持の有無が脳血流動態に及ぼす影響
及川 翼¹⁾ 平野 大輔²⁾ 谷口 敬道²⁾ 丸山 仁司²⁾
1) 西那須野マロニエ訪問看護ステーション 2) 国際医療福祉大学大学院医療福祉学研究
- P1-7 運動学習に関わる注意制御の個人差評価 : fNIRS による検討
櫻田武^{1),2)}、市川みなみ²⁾、水谷勉¹⁾、平井真洋¹⁾、渡辺英寿^{1),2)}
1) 自治医科大学 先端医療技術開発センター 脳機能研究部門、2) 自治医科大学 脳神経外科
- P1-8 他者視点取得課題と心的回転課題に対する脳血流変化の検討
市川みなみ^{1,2}、平井真洋² 櫻田武²、水谷勉²、渡辺英寿^{1,2}
1. 自治医科大学医学部脳神経外科学
2. 自治医科大学医学部先端医療技術開発センター脳機能研究部門

P1-9 精油芳香が前頭葉賦活課題遂行時の NIRS 脳血流変化量に及ぼす影響

熊谷 昌則

秋田県総合食品研究センター

ポスター 2 (会場 3 B (P2-1~3), 4 A, 4 B)

P2-1 時間分解スペクトロスコープを用いた脳機能計測に関する研究

村山優太 藤井隆 胡莉珍 酒谷薫

日本大学工学部 電気電子工学専攻

P2-2 NIRS を用いた脳機能計測における血液量変化の検出方法の検討

池田彬、福田恵子

東京都立産業技術高等専門学校

P2-3 局所皮膚変動の分布とその f-NIRS 信号への影響

武藤司、藤井麻美子

上智大学大学院 理工学研究科 理工学専攻

P2-4 NIRS データの高次元空間への埋め込み

須貝 雅子、安達 雅春

東京電機大学

P2-5 部位ごとの血行動態関数の推測による脳機能の結合性の検討

滝謙一，廣安知之

同志社大学 生命医科学研究科 医工学・医情報学専攻

P2-6 新生児期～乳児期初期における酸素化・脱酸素化ヘモグロビン濃度変化の位相差

渡辺 はま¹・高橋 尚人²・岡 明²・多賀 厳太郎¹

¹東京大学大学院教育学研究科・²東京大学大学院医学系研究科

P2-7 乳児感情の読み取りの特性と前頭前野の脳血流変化との関連

松澤正子

昭和女子大学人間社会学部

- P2-8** 近赤外線スペクトロスコピー（NIRS）を用いた広汎性発達障害の前頭葉機能についての検討
佐藤利正^{1, 2)}、成田秀幸¹⁾、武井雄一¹⁾、須田真史¹⁾、桜井敬子¹⁾、山口実穂³⁾、成田耕介¹⁾、福田正人¹⁾、三國雅彦¹⁾
1) 群馬大学大学院医学系研究科神経精神医学 2) 群馬県立高崎特別支援学校
3) 群馬大学医学部
- P2-9** 音声の提示が乳児の皮質活動に及ぼす修飾作用
保前 文高¹⁾、渡辺 はま²⁾、多賀 厳太郎²⁾
¹首都大学東京 人文科学研究科 言語科学教室 ²東京大学 大学院教育学研究科 発達脳科学研究室
- P2-10** 非母語音声の範疇化における脳機能結合：小児と青年の比較
矢田部清美¹⁾、星野英一¹⁾、直井望¹⁾、白野陽子¹⁾、山田玲子²⁾、皆川泰代¹⁾
1 慶應義塾大学、2 ATR
- P2-11** 羞明による前頭葉賦活時の循環器系の解析
○熊谷 直也¹⁾、鈴木 雅也¹⁾、小野 真史²⁾
1) 東海光学株式会社、2) 日本医科大学
- P2-12** 発達障害者の支援を目的とした NIRS-NFB システムの評価
中村のぞみ¹⁾ 柳澤一機²⁾ 網島均²⁾ 成田奈緒子³⁾
(1) 日本大学大学院生産工学研究科 (2) 日本大学生産工学部 (3) 文教大学教育学部
- P2-13** 統合失調症患者における記憶体制化に関わる脳機能の検討
越智大輔¹⁾、松井三枝¹⁾、高橋芳雄¹⁾、大塚貞男¹⁾、星野貴俊¹⁾、石井政栄¹⁾、笹林大樹²⁾、樋口悠子²⁾、高橋努²⁾、鈴木道雄²⁾
1) 富山大学大学院医学薬学研究部（医学）心理学教室 2) 同神経精神医学講座
- P2-14** 重度と中程度認知症患者における前頭葉課題別の脳血液量変化について
高橋 真悟¹⁾、児玉 直樹²⁾、竹内 裕之²⁾
1) 高崎健康福祉大学大学院 健康福祉学研究科 保健福祉学専攻
2) 高崎健康福祉大学 健康福祉学部 医療情報学科
- P2-15** 継続したセルフフェイスルマッサージによる高齢者の脳血流動態と QOL の変化
新垣健太¹⁾、川口屋幸¹⁾、井上寛之²⁾、井上裕貴²⁾、萩原啓²⁾、鳥居宏右¹⁾
1 株式会社ノエビア グループ総合研究開発部、2 立命館大学 情報理工学部 知能情報学科

脳血液動態の位相が意味するもの

多賀厳太郎（東京大学大学院教育学研究科）

脳機能の研究の歴史を見れば、局在論と全体論との間を揺れ動きながら発展してきたことがわかる。特定の感覚・知覚・運動・認知に関連して発火頻度を変化させる神経細胞が脳の特定の場所に局在することは、脳の機能局在性を示している。一方、異なる場所の神経細胞どうしの発火のタイミングに、情報がコードされていることを示す知見は、神経細胞がネットワークを形成し、脳が全体として機能することを示している。これらのことから、神経活動の振幅と位相は、機能の局在性と全体性の側面をそれぞれ表していると捉える事ができる。

近赤外分光法(NIRS)による脳機能イメージングは、磁気共鳴画像(MRI)による脳機能イメージングと同様に、神経活動と血液動態との密接な関係性、すなわち、神経血管結合に依拠する方法である。神経活動にともなう局所的な脳血液動態は、数 cm 間隔で頭表に格子状に配置された近赤外光の照射部と検出部により、酸素化および脱酸素化ヘモグロビンの濃度の脳表での多チャンネルのイメージングとして捉えられる。特定の機能に関連して、ヘモグロビン信号の振幅の変化を示す脳領域を同定することが、脳機能イメージングの標準的な手法として用いられてきた。ただし、脳内で散乱する近赤外光の光路長の情報が得られない場合には、ヘモグロビン信号の変化の絶対値を得る事ができないという限界もある。

一方、信号のチャンネル間の相関は、信号の絶対値に依存しない量である。特に、自発活動のチャンネル間の相関は、脳の大域的な機能的結合のネットワークの特徴を明らかにするために用いられてきた。さらに、信号変化の位相は、信号の振幅の変化とは独立に、時間的な情報を示す。NIRS は、酸素化および脱酸素化ヘモグロビンの両者の変動を、MRI に比べて高い時間分解能で計測し、より多くの時間情報を捉えている。例えば、個々のチャンネルにおける酸素化および脱酸素化ヘモグロビンの変動の位相差は、脳血液動態の情報を含んでいる。また、チャンネル間の位相差は、情報の流れの方向性や、脳の機能的ネットワークの様相を表す。さらに、刺激による位相反応曲線の分析により、自発活動と刺激誘発活動との関係性を調べることができる。

NIRS は、乳児の脳機能の研究に有効である。生後数ヶ月の脳において、脳回レベルの空間分解能で、多様な脳機能に関連する局在性が見られる。また、脳全体の機能的ネットワークの発達過程も示されている。さらに、NIRS 信号の位相に着目することで、神経血管結合の発達や、睡眠状態の違いに応じた脳活動の位相同期パターンの違い等も明らかになりつつある。今後、MRI による脳の構造に関する情報を融合し、非線形動力学シミュレーションや情報理論を導入し、脳全体における活動の時空パターンの発達を精査することで、脳の構築原理の必要条件が明らかになると期待される。その際、NIRS 信号の位相は、重要な手がかりとなると考えられる。

波としての光子

東京大学大学院工学系研究科物理工学専攻 古澤 明

ご存じのように光は光子の集合体である。そして多くの人は、多数光子の集団として、光が干渉のような波の性質を発現すると考えている。近年盛んに研究されているボーズ・アインシュタイン凝集した極低温原子集団が、「原子レーザー」として波の性質を示すようなイメージである。しかし、原子もそうであるが、光子も量子である。したがって、1つであっても粒子的な側面と波動的な側面を持つ。特に光子は、エネルギーが $h\nu$ でスケールされ、環境からの擾乱である熱揺らぎのエネルギースケール $k_B T$ に比べて極端に大きいことから、室温でも量子性を失わない。したがって、測定装置さえ整えれば、室温でも光子の量子性を観測することは比較的容易である。

一方、1個の光子の量子性はきちんと理解されているとは言い難い。1個の光子は光子数演算子の固有状態であり、もっと簡単に言うとエネルギーが確定している状態である。そのため、量子力学の根幹である不確定性関係から、エネルギーの共役物理量に相当する位相は全く定まらない。したがって、1個の光子とは、振幅だけが存在し、位相という概念のない波となる。これは古典力学では全く説明の付かない、完全な量子力学的状態である。そのため、このような状態は波動関数で書くことになる。ここで1つ注意がある。単一光子は、光をフィルターなどで減光することでは生成できない。完全な量子力学的状態は古典力学的方法では生成できないからである。

本講演では、我々の行っている単一光子生成および単一光子振幅の実時間測定について紹介する。そして、その測定結果が、単一光子の波動関数の絶対値の2乗に相当する、周辺分布関数と一致することを示す。これにより、光子の、波としての振幅、さらには波動関数の形状が明らかになる。また、この手法は、光子の粒子性と波動性を同時に用いて量子情報処理を高性能化する「ハイブリッド量子情報処理」としても大きな注目を集めている。本講演では、この「ハイブリッド量子情報処理」についても述べる。

1. N. Lee, H. Benichi, Y. Takeno, S. Takeda, J. Webb, E. Huntington, and A. Furusawa, *Science* **332**, 330 (2011)
2. H. Yonezawa, D. Nakane, T. A. Wheatley, K. Iwasawa, S. Takeda, H. Arao, K. Ohki, K. Tsumura, D. W. Berry, T. C. Ralph, H. M. Wiseman, E. H. Huntington, and A. Furusawa, *Science* **337**, 1514 (2012)
3. S. Takeda, T. Mizuta, M. Fuwa, P. van Loock, and A. Furusawa, *Nature* **500**, 315 (2013)
4. S. Yokoyama, R. Ukai, S. C. Armstrong, C. Sornphiphatphong, T. Kaji, S. Suzuki, J. Yoshikawa, H. Yonezawa, N. C. Menicucci, and A. Furusawa, *Nature Photonics* **7**, 982 (2013)
5. M. Fuwa, S. Takeda, M. Zwierz, H. M. Wiseman, and A. Furusawa, *Nature Communications* **6**, 6665 (2015)
6. G. Masada, K. Miyata, A. Politi, T. Hashimoto, J. L. O'Brien, and A. Furusawa, *Nature Photonics* **9**, 316 (2015)

動物発生における細胞のふるまい
～細胞間コミュニケーションから組織形成まで～」

高橋淑子

京都大学大学院理学研究科動物学教室

yotayota@develop.zool.kyoto-u.ac.jp

脊椎動物の個体発生の過程では、細胞の分裂・分化のみならず、正しい形をもった組織や器官が作られる必要がある。多くの器官形成には、細胞移動が関わる。ある場所で出現した細胞が移動し、遠く離れた場所で最終分化するケースがしばしばみられる。そこでは細胞自身の移動能力に加えて、移動ルートの規定や移動先からのシグナルなど、さまざまな要因が複雑にからむ。私達は、動物発生に関わる細胞移動について研究を進めている。この講演では、細胞移動に関わる3つの形態形成について、主に生体内ライブイメージング技術を用いた研究成果を紹介したい。①血管-神経相互作用：特に神経前駆細胞の移動に影響を与える血管性シグナル機構の一端がみえてきた（文献1, 2）。②色素細胞から皮膚細胞へのメラニン輸送機構：物理的に大きなメラニン顆粒を隣の細胞へと輸送する、新しいタイプの細胞間相互作用を可視化した。③管形成に関わる細胞移動と上皮化。管が一定方向に伸展する際、先端細胞と後方細胞との協調機構が重要であり、またその協調機構が胚全体の成長と連動していることがわかった（文献3, 4）。これらの知見から器官形成の普遍原理に迫りたい。

（文献）

1. Saito, D., Takase, Y., Murai, H. and ***Takahashi, Y.**: The dorsal aorta initiates a molecular cascade that instructs sympatho-adrenal specification. *Science*, 336(6088): 1578-1581 (2012)
2. ***Takahashi, Y.**, Sipp, D. and *Enomoto, H.: (Review) Tissue interactions in neural crest cell development and disease. *Science*, 341(6148): 860-863 (2013)
3. Yoshino, T., Saito, D., Atsuta, Y., Uchiyama, C., Ueda, S., Sekiguchi, K. and ***Takahashi, Y.**: Interepithelial signaling with nephric duct is required for the formation of overlying coelomic epithelial cell sheet. *Proc. Natl. Acad. Sci. U S A.*, 111(18):6660-6665 (2014)
4. Atsuta, Y. and ***Takahashi, Y.**: FGF8 coordinates tissue elongation and cell epithelialization during early kidney tubulogenesis. *Development*, 142: 2329-2337 (2015)

タイトル： 階層ベイズ画像再構成アルゴリズムによる拡散光トモグラフィの改良

演者名： 山下宙人 1)2), 下川文明 1), 愛須亮太 1)3), 小阪卓史 1)3), 網田孝司 4), 井上芳浩 4), 佐藤雅昭 1)

1) ATR 脳情報解析研究所、2) CiNET 計測基盤グループ 3) 奈良先端技術大学院大学 生命機能研究科 4) (株)島津製作所 医用機器事業部技術部

E-mail: oyamashi@atr.jp

拡散光トモグラフィ法は多チャンネルNIRSデータから頭内の活動量を3次元画像化する方法である。現在標準的に利用されているトポグラフィ法が持つ脳における活動定位の欠如・定量性の欠如の問題を解決する方法として期待されている。トモグラフィ画像を得るためには、従来の計測・解析法に比べて高度な計測技術とアルゴリズムを必要とし、高密度プローブ配置(プローブ間距離 15mm 以内)による計測を行い、計測したデータに複雑な画像再構成アルゴリズムを適用することによって初めて計算機上でトモグラフィ画像が再構成される。ATR 脳情報解析研究所では、ここ 5 年間、トモグラフィ画像の質を向上させるためのアルゴリズム研究を行ってきた。スパース制約を用いることにより空間解分解能と深さ推定の精度を向上させた階層ベイズ画像再構成アルゴリズム[1] を提案し、そのアルゴリズムをヒト脳計測データで問題となる頭皮血流成分も高精度に再構成するアルゴリズム[2] に拡張した。そして今年度に入って、運動課題を用いた実験データによるアルゴリズムの精度検証を完了した[3][4]。本発表では、拡散光トモグラフィ法のイントロから始めて我々の画像再構成アルゴリズムの概略および実験データによる検証結果を紹介する。

参考文献

[1] Shimokawa T, Kosaka T, Yamashita O, Hiroe N, Amita T, Inoue Y and Sato M 2012 Hierarchical Bayesian estimation improves depth accuracy and spatial resolution of diffuse optical tomography *Optics Express* **20** 20427-46

[2] Shimokawa T, Kosaka T, Yamashita O, Hiroe N, Amita T, Inoue Y and Sato M 2013 Extended hierarchical Bayesian diffuse optical tomography for removing scalp artifact. *Biomedical optics express* **4** 2411-32

[3] Yamashita O, Shimokawa T and Sato M 2014 Hierarchical Bayesian Model for Diffuse Optical Tomography of Human Brains **18** 1451-1455

[4] Yamashita O, et al. Experimental validation of the hierarchical Bayesian diffuse optical tomography algorithm, in preparation

「こころ」は目に見えない。このことが「こころの健康」の問題をより複雑にしている。体温計で 40 度の発熱があることがわかれば、詳細な原因はわからなくとも、体調を崩しているのだから休んだ方がよいだろう、と周りに気づかわれる。一方で、「こころの健康」を崩しても、周りからははっきりと目に見えないため、あらぬ誤解を受けやすい。

精神疾患・メンタルヘルス分野での Bio-marker (生物学的指標) が探索されてきた。「こころ」を作り出す中枢は、脳と関連する神経領域であろうから、その働きを直接的・間接的に反映するとされる指標が着目されてきた。特に脳については、死後脳だけではなく、ここ半世紀で生きている人間の脳を計測する技術が進み、脳構造・脳機能の可視化が実現した。

その可視化の試みの一つとして、簡便性・非侵襲性をもつ光脳機能イメージングを気分障害¹⁾²⁾・統合失調症³⁾⁴⁾⁵⁾⁶⁾・発達障害⁷⁾⁸⁾などの精神疾患へ応用し検討してきた。主に診断・症状・重症度との関連の報告をした。また基礎的検討として双生児法による遺伝性の検討⁹⁾や遺伝子多型¹⁰⁾¹¹⁾、健常者の心理的ストレス¹²⁾¹³⁾や QOL との関連¹⁴⁾、fMRI との同時計測¹⁵⁾¹⁶⁾に関する検討を発表した。今回はこれら直近 3 年間の報告も含めいくつか紹介する。

一施設での単回の結果だけでなく、別施設もしくは多施設で追試を行うことで、再現可能性の確認を目指してきた。群馬大学・福田正人教授が主導した全国 8 施設の多施設共同研究の結果の一端は、「うつ症状の鑑別診断補助」として厚生労働省より 2009 年 4 月に先進医療として認められ、2014 年 4 月から保険収載されて実臨床に活用され始めている。

今後の精神疾患やメンタルヘルスに関する Bio-marker として期待されるものとして、発症の原因や脆弱性との関連の解明はもちろんのことだが、治療反応性や予後の予測との関連もある。「こころの健康」崩しやすい<リスクのある>状態や、「こころの健康」を崩してから生活の機能を取り戻した、いわゆる<治った>状態を把握することへの社会的ニーズも高い。例えば、早期予防、客観的な回復や復職時期の判定である。これらを検討していくとすると、病院の患者さんだけではなく、一般人口を含めた前向きに追跡する縦断研究やコホート研究が理想的かもしれない。こうした大規模データを要する場面では、簡便で非侵襲的な Bio-marker を要する、特に脳機能では光脳機能イメージングが期待されている。

- 1) Takizawa R, Fukuda M et al., *NeuroImage* 2014
- 2) Kinou M, Takizawa R et al., *Schizophrenia Research* 2013
- 3) Chou P-H et al., *Prog Neuropsychopharmacol Biol Psychiatry* 2014
- 4) Marumo K, Takizawa R et al., *NeuroImage* 2014
- 5) Chou P-H et al., *Schizophrenia Bulletin*, 2015
- 6) Okada N et al., *Addiction Biology* 2015
- 7) Ayaka Ishii-Takahashi et al., *NeuroImage: clinical* 2013
- 8) Ayaka Ishii-Takahashi et al., *Neuropsychopharmacology* 2015
- 9) Sakakibara E, Takizawa R et al., *NeuroImage* 2014
- 10) Nishimura Y et al., *NeuroImage* 2014
- 11) Kinoshita A, Takizawa R et al., *Prog Neuropsychopharmacol Biol Psychiatry* 2015
- 12) Takizawa R et al., *Cerebral Cortex* 2014
- 13) Kawasaki S et al., *Social Neuroscience* 2015
- 14) Satomura Y et al., *Social Neuroscience* 2014
- 15) Sato H et al., *NeuroImage* 2013
- 16) Funane T et al. *Neurophotonics* 2015

ダブルフラッシュ錯覚時における感覚間相互作用の fNIRS を用いた 脳機能計測法（タッピング操作の脳機能情報への影響の検討）

信楽 慧，蜂須賀 啓介，奥野 英一，廣安 知之
同志社大学大学院生命医科学研究科

【目的】

視覚と聴覚は、五感の一部であり、それらの情報は、脳内で処理される。ヒトが日常生活を送るとき、視覚と聴覚それぞれの情報は、独立して処理されるのではなく、お互いの情報が相互作用して知覚される。我々は、タッピング操作を伴うダブルフラッシュ錯覚を用いて、感覚間相互作用の近赤外分光法(functional Near Infrared Spectroscopy: fNIRS)を使った検討を行っている。その際、タッピングによるアーチファクトによって、目標の脳機能成分を確認することが困難である場合がある。本研究では、タッピング操作の脳機能情報への影響について検討する。

【方法】

ダブルフラッシュ錯覚時におけるタッピングの脳機能への影響を考察するために、実験は次の2種類を行った。ともにブロックデザインを用いた。1つ目の実験は、タッピングの脳機能情報への影響を考慮した予備実験である。レストは注視点の提示のみで、タスク時に視覚刺激を提示した。また、タスク時にタッピングを行う場合と行わない場合の2種類を行った。2つ目の実験として、ダブルフラッシュ錯覚を用いた実験を行った。実験内容は、各視聴覚刺激を10回提示することで一つのタスク区間とし、3種類のタスクをランダムに提示した。3種類のタスクにおいて提示される刺激として、視覚刺激1回、聴覚刺激2回の実験刺激、視覚刺激、聴覚刺激がともに1回の実験刺激、視覚刺激、聴覚刺激がともに2回の実験刺激を用いた。また、被験者は刺激毎に視覚刺激の提示回数を回答した。得られた脳機能情報はウェーブレット変換、高速フーリエ変換を用いて解析した。

【結果】

得られた脳機能情報には、タッピングの操作時にダブルフラッシュ錯覚を提示するタスクに関係なく波が見られ、ノイズや周期的なゆらぎも見受けられた。タスクに関係なく発生する波やノイズ、周期的なゆらぎにより、目標である脳活動成分の確認が困難であった。そのため、ウェーブレット変換を用いて解析を行った。ウェーブレット変換の結果、タッピングの周波数帯と一致する周波数帯が他の値に比べ大きな値を示した。

【考察および結論】

タッピングの周波数帯が他の値に比べ大きな値を示し、タッピングの除去により、ダブルフラッシュ錯覚のタスクにおいてゆらぎのない新たな波形が見られた。そのため、タッピングを行う課題の場合、タッピング操作の脳機能情報への影響が大きいことが考えられる。したがって、目標である脳活動成分を抽出するためには、タッピング成分を除去する必要がある。

各種図形認識動作における脳前頭前野の賦活域

西原一嘉、西原 小百合、新関雅俊（大阪電気通信大学）

1. はじめに

近年、様々な分野において、脳科学が注目されており、知覚や行動と脳の賦活域の関係が少しずつ知られるようになってきた。しかし、空間認識時の脳の賦活域の関係はほとんど知られていない。著者らはこれまでに、島津製作所製の機能的近赤外分光分析装置 (fNIRS) を用いて、MCT(Mental Cutting Test, 仮想切断面実形視テスト)実施時に加えて、立体からの3面図作成時、3面図からの立体図作成時、2DCAD 操作時、3DCAD 操作時、MRT 実施時等の各種の図形認識時における脳前頭前野の賦活域パターンの特徴抽出を試みてきた。その結果①[立体から3面図]と[2DCAD]及び[3面図から立体]と[3DCAD]では賦活域の出方が似ている。②[MRT]は[MCT]に比べ右上部、中央右より下部の賦活が顕著である。③[3DCAD 操作時]にも OxyHb は現れず DeoxyHb が現れるという特殊な状況となった。本研究では脱酸素化ヘモグロビン濃度が賦活する積木操作時(タスク 11)を中心に、内田式クレペリンテスト(タスク 10)を取り上げ、計算時を含む脳前頭前野の賦活域についての検討を行った。

2. 実験方法

これまでの[タスク1]から[タスク6]に加えて、内田式クレペリンテスト(タスク10)と、積木操作時(タスク11)を設定した。被験者6名について、各タスクではいくつかの問題(各問題の解答時間30秒、解答の前後に待機時間を各5秒設けた)を連続して計測した。

各タスクの内容は以下のとおりである。

[Task 1](MCT 実施)

MCT(全25問)を解答せよ。

[Task 2](立体から3面図作成)

立体(A~Fの6問)の正投影図(3面図)を描け。

[Task 3](3面図から立体作成)

正投影図(3面図)に対応する立体図を描き、不足している線を補え。

[Task 4](MRT 実施)

各問(全11問中のいくつかを示す)の問題と同じ立体を解答群より選んで、その番号を解答欄に記入しなさい。ただし、同じ立体がない場合は×印を記入しなさい。

[Task 5](3DCAD 操作時)

CATIAにより、Vブロックの立体を作成せよ。

[Task 6](2DCAD 操作時)

AutoCAD LTにより、Vブロックの製作図を描け。

[Task 10](クレペリンテスト時)

練習問題を解いた後、本試験の問題を解け。

表1 クレペリンテスト練習問題

7,9,4,6,3,8,6,7,5,9,8,5,6,3,9,7
3,8,5,9,8,7,6,5,4,9,6,8,3,7,9,8
8,7,4,9,8,4,7,3,8,5,9,8,5,6,7,3

[Task 11](積み木「レンガつみ」操作時)

レンガ状の積み木8個と30枚の図面(問題)を与える。問題の図面を見て、積み木を積むこと。ただし、図面は第1角法で描かれていて、解答である積み木の組立図は何も与えられていない。図1にレンガ積みの問題1~20と解答15~20を示す。

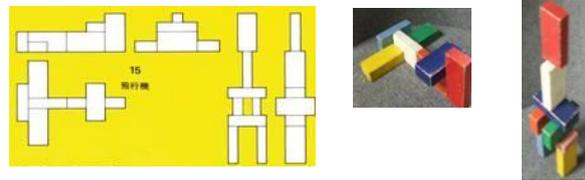


図1 レンガ積みの問題15, 16と解答15, 16

3. 実験結果と考察

クレペリンテスト時には前頭前野の前側および左側が賦活していることがわかる。この賦活域は新井らの結果とよく合っている。また単純作業時の脳の賦活を特徴づけるものである。

積み木動作時について、易しい積木操作の場合には、OxyHbは、ほとんど賦活せず、逆に DeoxyHb が強く賦活するという特徴的な結果となった。これは積木が容易な場合には、マッサージや音楽、香りと同様に脳がリラックスしていると考えられる。難しい積木では前頭前野の中央とその前方、後方あるいは前頭前野の右前方が賦活することがわかった。これは積木が難しくなると考えなければならないので、思考を要する時の賦活のパターンを表していると考えられる。

以上から積木が知育の手段として極めて有効であると思われる。

4. まとめ

これまでの研究において、MRT 実施時及び3DCAD 操作時のマッピングパターンでは OxyHb は現れず DeoxyHb が現れるという特殊な状況となった。

今回、さらに積木操作時にも同様の結果が得られた。この結果はマッサージや音楽、香りなどの効果とよく似ており、脳のリラックス状態の現れと考えられる。

脳波ERPとNIRSデータを用いたワーキングメモリ課題の難易度評価手法の検討(その3) -実空間の照明光学特性が作業難易度評価に与える影響-

澤井 浩子¹, 稲生 楽², 小山 恵美¹

¹京都工芸繊維大学 ²京都工芸繊維大学 現) 三菱電機冷熱プラント株式会社

1. はじめに

ワーカーの業務として知的作業が主流となる現代社会において、知的パフォーマンスの維持向上に適した室内環境が求められている。室内環境の一要素として、光環境があるが、室内照明の照度上昇により覚醒度が上昇し[1]、相関色温度上昇により主観的パフォーマンスが向上する[2]ことが報告されている。しかしながら、照明の様々な光学特性が知的パフォーマンスに与える影響について、その全容は明らかになっていない。

そこで本研究では、知的パフォーマンスの定量的評価の一つとして、ワーキングメモリの難易度評価に着目した。そして、脳波事象関連電位 (ERP : event-related potential) と Near Infrared Spectroscopy (NIRS) データを用い、照明の光学特性がワーキングメモリ課題の難易度評価に与える影響を明らかにすることを目的とし、評価を行った。さらに、ワーキングメモリ課題時の難易度評価手法として、ERP と NIRS データの関係性を確認した。

2. 実験方法

健康成人男性 9 名 (23±1 歳) を対象とし、実験を実施した。計測項目は脳波 (Fz、Cz、Pz、Oz、T5、T6、国際 10-20 法に基づく)、心電図、眼電図、額部皮膚血流、脳血流 (NIRS、FOIRE-3000 島津製作所製)、主観評価、課題成績である。脳血流プローブは、Fz を基準に前頭部と後頭部に装着し、受光プローブへの光環境の物理的な影響を除くため、プローブ全体を黒い布で覆った。

光環境条件として、分光分布の異なる光源 3 種類 (受光面での相関色温度 5000K 相当の白色

LED2 種類 : B-LED、P-LED、蛍光ランプ : FL) を用い、照度 3 種類 (250、500、1000 lx) の合計 9 条件を設定した。蛍光ランプ 250lx 条件で、他の条件と配光を統一することができなかつたため、条件比較からは除外した。各被験者は、1 日に 1 光源の 3 照度条件、3 日間で全 9 条件を実施した。光源および照度の実施順序は、被験者間でランダムにした。各条件では、ワーキングメモリ課題として、0-back task と 3-back task (各 3 分間、注視点 3 秒間と数字 0.5 秒間の表示を 50 回繰り返す) を順に実施し、各課題の前後に主観評価を行った。

3. 結果と考察

3-back 課題の正答率において、照度による影響がみとめられ、1000lx で 500 lx よりも正答率が高かった。しかし、光源間の有意な差はみとめられなかった。また、ERP や NIRS データにおいて、光源・照度条件間に有意な差はみとめられなかった。本研究では、光曝露時間が短かつたため、知的パフォーマンスにおける光源間の差異が明確にならなかつた可能性がある。

さらに、ワーキングメモリ課題時の難易度評価手法として、ERP と NIRS データの関係性について検討したので、報告する。

参考文献

- [1] Phipps-Nelson J., et al., Sleep, 26(6), pp.695-700, 2003
- [2] Viola A., et al., Scan J Work Environ Health, 34(4), pp.297-306, 2008

健常高齢者における視覚性作業記憶課題時の前頭前野のタスク前賦活

大星有美^{1,2}、菊知充³、河合正好²、尾内康臣¹

¹ 浜松医科大学生体機能イメージング研究室 ² 常葉大学保健医療学部作業療法学科

³ 金沢大学子どものこころの発達研究センター

【背景と目的】

我々は前頭前野における視覚性作業記憶課題（visual working memory task ; VWMT）実施時のタスク前賦活の変化について、健常高齢者では若年者と比べ低下がみられること、タスク前賦活は若年、高齢ともに良好なタスク成績と関連していたことを報告した。今回は、タスク前賦活期間の賦活を明確に抽出する目的のタスクに改変し、健常高齢者における脳血流反応を近赤外分光法（near-infrared spectroscopy ; NIRS）により調べ、タスク方法の習熟に伴う脳賦活推移やタスク前賦活と記憶機能の関係について若干の知見を得たため報告する。

【方法】

健常高齢者 24 人（平均年齢 73.1±4.1 歳、女性 10 人男性 14 人）が参加した。本研究は、所属機関の倫理委員会の承認を得て実施し、被験者には事前に十分に説明を行い文書による同意を得た。脳血流変化は、OEG-SpO₂（Spectratech 社、16 チャンネル）によって前頭前野の脳賦活を調べた。脳賦活タスクとして、n-back 課題の要素を取り入れた VWMT を、順番をランダムとし各被験者に 3 測定を行った。また、神経心理テストとして MMSE、FAB、リバーミード行動記憶検査（RBMT）、WMS-R 論理的記憶、数唱等を実施した。酸素化ヘモグロビン（Oxy-Hb）値を脳血流変化の指標とし、task set cue 呈示からタスク前 10 秒（pre）、タスク前半 25 秒（T1）、タスク後半 25 秒（T2）の値を算出し、チャンネルごとに分散分析によって解析した。また、行動学的データ（タスク成績、神経心理テスト得点）と Oxy-Hb 値の相関解析を行った。統計学的有意水準は $p < 0.05$ とした。

【結果及び考察】

3 回の測定間の各期間の平均 Oxy-Hb 値の相違は有意でなかったため、3 測定の Oxy-Hb 値（すべて block1 のみ）を加算平均化し解析した。その結果、全チャンネルで時間に伴う変化が有意であり、pre と T1 間で ch2/6/7/8/9/10/11 を除くチャンネルで pre よりも T1 の Oxy-Hb 値が有意に大きかった。このことから、高齢者では、タスク前の賦活は小さくタスク中の賦活が大きいことが確認された。しかし、測定ごとで検討したところ、回が進むごとに、pre と T1 間の有意差がないチャンネル数が増えたため、タスク習熟に伴い時間的に早く賦活する可能性、あるいはタスクでの上昇が少なくなる可能性が考えられた。行動学的指標では、pre の Oxy-Hb 値（3 回の平均）と RBMT 得点間に正相関が示され、タスク前の賦活が、被験者の記憶機能と関連していることがわかった。

脳血流動態測定をふまえた低速追従走行時のドライバーの運転負担の評価

中村正裕 谷口栄一 山田忠史 中村有克
京都大学大学院工学研究科

1. 研究の背景・目的

一般にドライバーは、運転環境の変化や姿勢の拘束、精神緊張の連続といった要因によって負担を受けるとされており、安全で快適な交通社会の実現を目指すにあたっては、このような運転負担を適切に評価する必要がある。また、近年普及しているITS(Intelligent Transport Systems: 高度道路交通システム)による運転支援によって運転環境は変化しているが、それに伴いドライバーの運転負担の感じ方も変容している可能性が考えられる。

本研究では、認知や判断、またストレス反応との関わりが指摘されている前頭前野の活動に着目し、ここでの脳血流動態を近赤外分光法(Near Infrared Spectroscopy: NIRS)を用いて測定することを通して、運転負担を経時的に評価することを目指す。

2. 実験方法

本実験では走行中のドライバーを対象とした脳機能測定を行うため、被験者を拘束せず非侵襲で動きに頑健であるというメリットを有する NIRS が適していると判断した。本実験では、NIRS 測定装置(FOIRE-3000, 島津製作所)を用い、前述の通り前頭前野を測定部位とした。

本実験では、運転環境の設定が容易であって、かつその運転環境を実験試行間で安定して再現できるというメリットから、ドライビングシミュレータを用いた。対象タスクについては、石橋ら¹⁾が運転疲労の構成要因の一つとして指摘している「自分に合った運転ペースの阻害」に着目し、「追い越しができない状況での前の車にあわせた低速での追従走行」をタスクとして選定した。コースは直線状 2000m で、表-1 に示すような 4 種類の条件付けを行った。ケース 2 以降ではコース中央の 1000m において、他車両をそれぞれ表-1 に示すような速度で走行させ、被験者には前の車にあわせた追従走行をするよう指示した(この区間を低速追従走行区間とする)。ケース 4 では情報提供として、ドライバー左前方に設置したサ

表-1 各ケースの条件設定

ケース	実験条件	他車両速度
ケース 1	円滑な交通流での走行	50km/h
ケース 2	追従走行	20km/h
ケース 3	追従走行	10km/h
ケース 4	追従走行+情報提供	10km/h

ブモニター上に低速追従走行区間の残り距離を表示した。全ケースにおいて発生させる交通量は 1300 台/h とした。

被験者には普通自動車免許を取得している 20 代の男性 6 名に協力してもらい、日をかえて 2 回実験を行った。順序効果が生じないように、各被験者が走行するケースの順序はランダムとした。

また、本実験では「自覚症しらべ」²⁾という質問紙を用いた。これは作業に伴う負荷の特徴と疲労状況の変化を捉えることを目的とした質問紙であり、今回は脳血流動態測定を基にした評価値と比較対照する。タスク前後のスコアの変化に着目できる点、精神面・身体面双方の質問項目を含んでいる点、5 段階評定方式であり小さな変化にも着目できる点から本実験に適していると判断した。

3. 実験結果と考察

本実験では、血流の変化をよく表す指標とされている oxy-Hb に着目した。その際、測定によって得られたデータは呼吸や心拍の影響を含むことから、離散ウェーブレット変換の多重解像度解析を用いてノイズの除去を行った。質問紙と比較や各ケースへの評価に関して発表するものとする。

参考文献

- 1) 石橋基範, 大桑政幸, 岩崎あゆ子, 赤松幹之: 一般ドライバーを対象とした自動車運転疲労の構成要因調査, 人間工学, 37, pp.266-267, 2001.
- 2) 酒井一博: 日本産業衛生学会産業疲労研究会撰「自覚症しらべ」の改訂作業 2002, 労働の科学, 57.5, pp.295-298, 2002.

運動イメージ想起時における道具把持の有無が脳血流動態に及ぼす影響

及川 翼¹⁾ 平野 大輔²⁾ 谷口 敬道²⁾ 丸山 仁司²⁾

1) 西那須野マロニエ訪問看護ステーション

2) 国際医療福祉大学大学院医療福祉学研究

【はじめに】

運動イメージとは実際の身体運動を伴わずに心的に運動をシミュレートする過程であり、運動実行と同じ脳領域が賦活する事とされている。運動イメージの生成に必要な身体図式は、身体と環境との相互作用により生成される。そのため鮮明な運動イメージを想起するには道具も含め環境との相互作用という観点も不可欠であると考えられる。先行研究では、物を用いた運動イメージにおける皮質脊髄路の興奮性は、実際の物に触れる事で増強すると報告されており (Mizuguchi et al. 2009)、道具を用いた運動の場合、その道具を把持する事で運動イメージをより鮮明に想起できるのではないかと考えられる。そこで本研究では道具把持の有無が運動イメージに及ぼす影響を明らかにする事を目的とし、道具把持の有無で運動イメージに差が出るか脳血流動態の観点から比較検討した。

【対象及び方法】

対象は本研究に同意が得られた右利きの学生および一般健常成人 11 名 (平均年齢 22.8±2.7 歳, 男性 6 名, 女性 5 名) とし、脳機能計測は近赤外分光法 (near-infrared spectroscopy : NIRS) (ETG-4000 株式会社日立メディコ製) を用いて測定した。

測定は、ペンを用いて閉眼したままアルファベット (A~J) を同じ場所に一度だけ書字する運動をイメージする課題とした。また、運動イメージは道具を把持しない場合 (No Tool : 以下 NT) および道具を把持した場合 ; (With Tool : 以下 WT) の 2 つの条件を設定した。なお、コントロール課題には実際の書字を行なった。各条件別に task 20 秒, rest 30 秒のブロックデザインを 5 回行い、利き手、非利き手の両側で実施した。

解析は学習効果や疲労を考慮して各条件別に前半 3 回分のデータを対象とした。波形解析は、課題開始直前 10 秒間のデータを正規化し、課題中の oxy-Hb の最大値前後 1 秒間の平均値の Z スコアを算出した。空間解析は、関心領域を運動イメージ・身体図式と関連

のある運動前野 (6 野), 下前頭回 (44/45 野), 下頭頂小葉 (39/40 野) 周辺領域とし (Singh et al. 2006), NT と WT の各運動イメージ条件における oxy-Hb を比較した。統計解析は統計解析ソフト JSTAT を使用し、各条件間の oxy-Hb の比較は Wilcoxon の符号付順位和検定を用いた。なお、本研究は国際医療福祉大学の大学倫理審査委員会の承認を受けて行なった。

【結果】

利き手では、左半球の 6 野周辺領域は NT, WT の両条件共に賦活がみられ、特に WT 条件の方がより賦活が大きい傾向がみられた。両側の 44/45 野, 39/40 野周辺領域では NT 条件と比較して WT 条件で有意な賦活を認めた (左 44/45 野・右 44/45 野・左 39/40 野 $p<0.05$, 右 39/40 野 $p<0.01$)。

非利き手では、両側の 6 野周辺領域において NT, WT の両条件で賦活を認めたが、全ての関心領域で NT および WT の条件間に有意差を認めなかった。

【考察】

利き手の WT 条件では、身体図式の更新に深く関わっているとされている両側 44/45 野, 39/40 野周辺領域に賦活がみられた。この 2 つの領域は、左半球では身体図式と外部物体の連合、右半球では身体図式の更新と身体的自己意識に関与すると言われている (内藤ら. 2014)。この事から、運動イメージ想起時にペンを把持する事で身体図式への取り込みとリアルタイムな更新が生じたと考えられる。しかし非利き手では WT および NT 両条件間で有意差を認めなかった。非利き手においては道具を取り込んだ身体図式とそれを基に学習した運動の内部モデルが存在していない可能性があり、運動イメージ想起において道具把持の影響は低いと考えられる。以上の結果から、習熟した運動のイメージでは道具把持により身体図式が道具まで拡張し、効果的に運動イメージを想起できる事が示唆された。一方未習熟な運動のイメージは道具把持の影響は低い事が示唆された。

運動学習に関わる注意制御の個人差評価：fNIRSによる検討

櫻田武^{1),2)}、市川みなみ²⁾、水谷勉¹⁾、平井真洋¹⁾、渡辺英寿^{1),2)}

1) 自治医科大学 先端医療技術開発センター 脳機能研究部門、2) 自治医科大学 脳神経外科

【目的】 運動学習促進に重要な要素の一つとして「注意の向け方」の重要性が報告されている。特に、「自身の身体 (Internal focus: IF)」あるいは「自己身体の外側 (External focus: EF)」のどちらに注意を向けるべきか比較されるが、多くの先行研究において、運動中にはEFが有効であることが示されている。一方で我々は、健常者ならびに脳卒中患者を対象とした行動実験により、「運動想起能力」に応じて運動学習を促進する注意の向け方が個人ごとに異なることを見出している。しかしながら、これまで個々の運動想起能力は質問紙を用いて評価していたため主観性が高いという問題があった。そこで本研究では、運動学習促進のための最適な注意の向け方を判断する、より客観的な指標を確立するため、機能的近赤外分光法 (fNIRS) を用いて、前頭前野の活動を計測した。

【方法】 実験では右利き健常成人 18 名を対象とした。はじめに、運動想起能力を評価するための質問紙 (revised version of the Movement Imagery Questionnaire: MIQ-R) を行った。この質問紙では、運動中の筋感覚を想起する kinesthetic imagery と、身体動作を映像として想起する visual imagery を行う。その後想起のしやすさについて 7 段階で点数を付ける (kinesthetic/visual imagery 共に 28 点満点)。つづいて被験者は上肢運動学習課題を行った。マウスでモニタ上のカーソル操作し、目標円軌道を正確にトレースすることが教示された。ただし、運動中には手先の運動方向とカーソルの動作方向の間に回転変換が加えられている。課題は 3 セッション行い、それぞれ「注意教示なし」「手の動きへ注意教示 (IF 条件)」「カーソルへ注意教示 (EF 条件)」とした。各セッションはブロックデザインとし、タスク 20 秒-レスト 20 秒を繰り返し、タスク中における Oxy-Hb の増加量を評価指標とした。

【結果】 質問紙評価において、visual imagery を得意とする被験者は、EF 条件よりも IF 条件において右背外側前頭前野における Oxy-Hb の上昇が確認された。逆に、kinesthetic imagery を得意とする被験者は IF 条件よりも EF 条件において右背外側前頭前野の活動上昇が認められた。

【考察】 これらの結果から、運動中における注意の向け方の個人差に関して、質問紙による主観的評価と脳活動に基づく客観的評価の関係性が示唆された。特に、背外側前頭前野は注意制御に重要な神経ネットワークの一部であることから、認知機能と運動学習の促進効果を示す個人差指標に適している可能性は高い。今後、運動想起脳能力の個人差が客観的に評価可能となれば、スポーツ訓練やリハビリテーションの効果促進に寄与する、テーラードなプログラムの提供につながると期待される。

他者視点取得課題と心的回転課題に対する脳血流変化の検討

市川みなみ 1,2, 平井真洋 2 櫻田武 2, 水谷勉 2, 渡辺英寿 1,2

1. 自治医科大学医学部脳神経外科学

2. 自治医科大学医学部先端医療技術開発センター脳機能研究部門

【背景・目的】

社会において円滑な人間関係を構築するためには、他者の意図や感情の理解といった社会的認知機能が要求される。他者視点取得能力は、他者の意図や信念の理解にも関連する、社会的認知における重要な能力の一つであり、「同じ対象物を見ていても、自分からの見えと他者からの見えは異なる」ことを理解する能力である。精神疾患などでこの能力低下が報告されているが、その神経機序は十分には解明されていない。特に、病態の把握には簡便かつ頑健な神経活動指標の開発が必要である。そこで本研究では他者視点取得能力に着目し、それに関連した神経活動の解明を目的とする。

【対象・方法】

健常成人 20 人を対象に、光トポグラフィー(日立メディコ社製 ETG-7100)を用いて二つの課題中の両後側頭部の酸化ヘモグロビン(Oxy-Hb)濃度変化量を計測した。他者視点取得課題では、提示した玩具を箱で覆い、被験者とは異なる位置に人形を提示し、人形からの玩具の見え方を答えてもらった。心的回転課題では、提示した玩具を箱で覆い、玩具を載せた台を回転させ、被験者からの玩具の見え方を答えてもらった。また行動指標として反応時間・正答率を併せて調べた。

【結果】

行動指標では課題間の有意差は認められなかった。一方で、Oxy-Hb 濃度変化量は心的回転課題と比べ視点取得課題において、有意な増大が左角回および左中後頭回において課題開始後 5 秒~10 秒において認められた。

【考察・結論】

両課題とも心的な回転操作を要求するが、その処理の様相は異なることが示唆された。また、行動指標では課題間の有意差はなく、脳活動は心的回転課題に比べ、他者視点取得課題において有意に増大したことから、行動指標よりも脳活動計測に基づく評価により、疾患特異性を明らかにできることが期待される。今後は本課題と確立した脳活動指標を用い、精神疾患の病態評価を目指す。

精油芳香が前頭葉賦活課題遂行時の NIRS 脳血流変化量に及ぼす影響

熊谷昌則（秋田県総合食品研究センター）

【目的】

本研究は、脳機能賦活に係わる各種刺激を探索するために、NIRS 脳血流変化量を指標とした新規の評価系を構築することを目的としている。今回は、 α ピネンによる匂い刺激が、ワーキングメモリに与える影響を評価するための手法について検討した。 α ピネンは、松などの樹木や、ミョウガ、春菊などに含まれるモノテルペン的一种で、リラックス効果などが知られている。

【方法】

本研究は、当センター倫理委員会の承認と、参加者の同意を得て実施された。協力を求めた参加者は、健康成人の男性5名、女性2名(20-23歳)で、全員右利きであることを確認した。参加者には、刺激呈示システム SP-POST01(日立ハイテクノロジー)を用いた前頭葉賦活課題を2種類(空間性ならびに言語性ワーキングメモリ課題)課し、このとき α ピネンを匂い刺激として負荷した。それぞれの課題遂行時における前頭前野の脳血流変化量は、光トポグラフィー ETG-4000(日立メディコ)を用いて測定(22Ch)し、酸素化ヘモグロビン(Oxy-Hb)信号と脱酸素化ヘモグロビン(Deoxy-Hb)信号について、それぞれの変化量を加算平均して参加者ごとの平均波形とした。

【結果】

前頭葉賦活課題である空間性ならびに言語性ワーキングメモリ課題のいずれについても、 α ピネンによる刺激負荷によって課題に対する参加者の平均反応時間は短縮されたが、一方で正答率はやや低下した(Fig.1)。ただし、これらの傾向は参加者一様ではなかった。

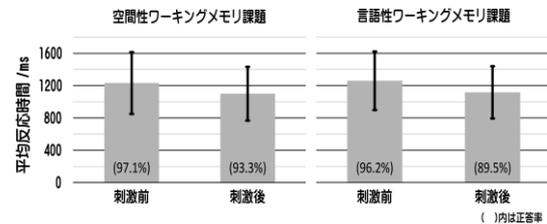


Fig.1 前頭葉賦活課題に対する α ピネンの影響

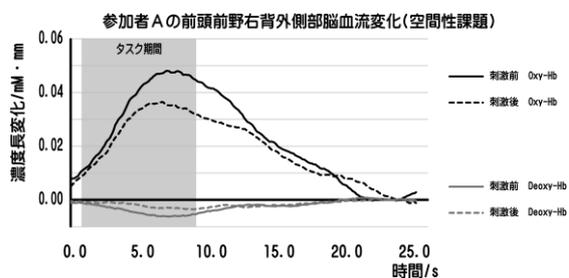


Fig.2 脳血流変化量に対する α ピネンの影響

それぞれの課題遂行時における前頭前野脳血流変化量について、前頭部(Ch1,2,3,4)、左背外側部(Ch5,10,14)ならびに右背外側部(Ch9,13,18)に着目して解析した。その結果、例えば Fig.2 に示すように、参加者 A の右背側部では Oxy-Hb の上昇と Deoxy-Hb の低下が認められ(空間性課題遂行時)、 α ピネン刺激の負荷により Oxy-Hb の減少が認められた。これらの動態は、参加者一様ではなかったものの、 α ピネン刺激により脳血流は低下する傾向にあった。現在、空間性課題と言語性課題の違いによる脳血流変化量の局在性や α ピネン刺激負荷による影響について解析を進めており、本手法が脳機能を賦活させるための刺激探索法として適用可能かどうか検討中である。

本研究の一部は科研費(25350174)の助成を受けて実施された。

時間分解スペクトロスコピーを用いた認知機能評価の検討

○村山優太、藤井 隆、胡 莉珍、酒谷 薫

日本大学工学部 電気電子工学専攻

時間分解スペクトロスコピー (TRS) は、一般の NIRS と異なり、極短パルスの近赤外光と光拡散方程式を用いて脳内ヘモグロビン (Hb) 濃度絶対値を計測できる特徴がある [1]。本研究では TRS-20S (浜松ホトニクス社製) を使用した。本 TRS は、生体組織の時間応答特性を時間相関単一光子計数法に基づく時間分解計測回路を用いてピコ秒領域で計測し、生体内 Hb 酸素化状態を光拡散方程式に基づく光拡散理論により定量的に計測している。次の実験を行った。

実験 1：成人男性 16 名 (21-23 歳) を対象に、朝、昼、夕における前頭部 Hb 濃度絶対値を計測した。朝、昼、夕の Hb 濃度は、一元配置分散分析より算出した P 値は右左とも $P > 0.05$ で、有意差を認めなかった。

実験 2：外来患者 22 名 (47-85 歳) を対象に、認知機能 (Mini Mental State Examination、MMSE) と前頭部 Hb 酸素飽和度 (SO₂) の関係を検討した。MMSE スコアと SO₂ との間に 0.60 (右側)、0.45 (左側) の正の相関係数を得た。本研究結果は、TRS の脳内 Hb 濃度計測は再現性が高いことを示唆している。また、MMSE と SO₂ に正の相関関係を認めたことは TRS が認知機能の客観的評価に応用できる可能性を示唆している。

参考文献[1]：小田元樹 他 第 14 回医用近赤外線分光法研究会資料, 2009, p.131-137

NIRS を用いた脳機能計測における血液量変化の検出方法の検討

池田彬, 福田恵子

東京都立産業技術高等専門学校

1. はじめに

NIRS (近赤外分光法) を用いた脳機能計測において、緊張による赤面や頭部位置の移動による血液量の変化が、酸素化・脱酸素化ヘモグロビン濃度変化と認識される場合がある。脳機能計測結果にこれらの血液量変化の影響が重畳している場合、計測波形から目視でこれらの影響を判断し、脳機能を推定することは難しい。このように血液量変化の影響を脳機能信号から分離することが求められている。

本研究では、血液量変化の脳機能計測への影響を低減することを目的として、相関係数の時間変化を用いた血液量変化の検出方法を検討する。

2. 解析方法

脳機能に伴い、酸素の消費と供給が行われることから、一般的にヘモグロビン濃度変化の計測波形は、酸素化・脱酸素化ヘモグロビンの濃度変化の増減が反転する変化や酸素化ヘモグロビン濃度変化のみが変化する傾向を示す¹⁾。一方、血液量増加の場合、酸素化・脱酸素化ヘモグロビン濃度がどちらも増加する傾向を示す。

血液量変化と脳機能の酸素化・脱酸素化ヘモグロビン濃度変化が異なる傾向を取る点に着目し、酸素化・脱酸素化ヘモグロビン濃度の相関係数 $r(i)$ の時間変化を解析に用いる²⁾。酸素化ヘモグロビン濃度を $X(i)$ 、脱酸素化ヘモグロビン濃度を $Y(i)$ としたときの相関係数は次の式より求める。

$$r(i) = \frac{\frac{1}{N} \sum_{i=1}^N (X(i) - \bar{X})(Y(i) - \bar{Y})}{\sqrt{\frac{1}{N} \sum_{i=1}^N (X(i) - \bar{X})^2} \sqrt{\frac{1}{N} \sum_{i=1}^N (Y(i) - \bar{Y})^2}} \quad (1)$$

\bar{X} 、 \bar{Y} はそれぞれの信号の平均値、 N は相関係数を求める解析データ数である。2変数が単調増加ならば、 $r=1$ 、減少ならば $r=-1$ となる。その際に変動分が重畳すると、相関係数が低下する。また、一定の状態から信号が増加または減少する場合、2変数の変化の開始にずれが生じると相関係数が低下する。

相関係数を用いて上記のヘモグロビン濃度変化を評価すると、血液量変化の場合には正の相関を持つと考えられる。このため、複数の部位で相関係数の時間変化を求めることにより、測定部位ごとの血液量変化の影響の大小や複数部位間の血液量変化の分布を調べることができると考えられる。

3. 計測方法

計測では光イメージング脳機能装置 OEG-16 (スペクトラテック) を用いた。計測課題は、血液量変化に対するヘモグロビン濃度変化を調べるために、皮膚血流変化の発生タイミングが同定しやすい課題として、顔面表層の血液を集める内頸静脈の該当部位を体表面から指で抑えて離すという課題を実施した。これを前頭部の 16 か所で計測した。

4. 結果・考察

計測結果より、内頸静脈を押さえたときに、酸素化・脱酸素化ヘモグロビン濃度の増加、離れたときに減少が確認できる。これは、内頸静脈を押さえることにより、内頸静脈が閉塞状態となり静脈血流が増加した現象と、閉塞状態の開放に伴う静脈還流による血液の減少した現象を示していると考えられる。

また、相関係数を用いた解析結果より、内頸静脈を押さえた時点と離れた時点で相関係数が高い値をとる傾向が多く、チャンネルで観測された。特に相関係数が高いチャンネルは、酸素化・脱酸素化ヘモグロビン濃度変化の増減が顕著であった。また、相関係数の高いチャンネルは押さえた部分に近い左右の前額部下部に分布していた。このように、相関係数の時間変化を用いることで、血液量変化を検知できると考える。

5. 謝辞

解析方法に関するご助言をいただいた (株) シグナルアナリス 関原謙介先生、計測方法に関するご助言をいただいた (株) スペクトラテック技術顧問 伊藤嘉敏先生に感謝いたします。

本研究は科研費 (基盤研究(C)No.23560515) を受けて実施した。

6. 参考文献

- 1) 灰田宗孝: 近赤外分光法(NIRS)信号の意味. 映像情報 medical 2009;219(13):1057-1062
- 2) 後庵初貴, 古谷野紘樹, 福田恵子: 時間変化を考慮した NIRS 信号の類似性の評価. 日本人間工学会関東支部大会論文集 P78-79(2013.12)

局所皮膚変動の分布とその f-NIRS 信号への影響

武藤司, 藤井麻美子

上智大学大学院 理工学研究科 理工学専攻

1. はじめに

本研究では複数距離チャンネルを使った NIRS 装置の計測データに線形逆問題法を適応して得た表層と深層のヘモグロビン量変化、レーザードップラー微小循環血流計による波形、赤外線サーモグラフィによる皮膚血流観測などの様々な手法から局所皮膚血流変動の分布とその血流変動が NIRS 信号に与える影響について実験的に検討した。

2. 実験

本実験では計測部位を前額部とした。レスト (60 秒) →タスク (60 秒) →レスト (60 秒) を行った。タスクは音楽想起とし、被験者は 20 代の男性である。タスクに伴う血流変動を本研究室で開発した NIRS 脳機能計測装置で測定した。NIRS 装置の光源 (S) と検出器 (D) は図 1 の配列で配置し、観測信号を大脳皮質をターゲットとする深部信号と皮膚血流をターゲットとする表層信号に分離し、表層信号の酸素化、脱酸素化ヘモグロビンの時間変化を表したものを図 2 に示す。実験装置には NIRS 脳機能装置の他に皮膚血流の評価のためレーザードップラー微小循環血流計と赤外線サーモグラフィ (testo875-1) を用いた。

3. 結果及び考察

図 2 の丸で囲まれた 4 チャンネルの変動パターンが類似している。これは図 2 の四角で示す光源 S3 直下に局所血流変動があり、光源 S3 に対応しているチャンネルの検出器(D1、D2、D3、D4)がこれを検出したと考えられる。よって光源、検出器直下に血流変動がある場合、その血流変動が局所的なものでも広い範囲に影響を与えてしまうことがいえる。

4. おわりに

本研究により皮膚血流変動は NIRS 信号において広い範囲に影響を与えるが、分布は局所的であることが分かった。NIRS 計測データに線形逆問題法を適応して得た表層と深層のヘモグロビン量変化やレーザードップラー微小循環血流計による波形と共に示す。また赤外線サーモグラフィによる皮膚温度から推定できる皮膚血流の局所変動について示す。

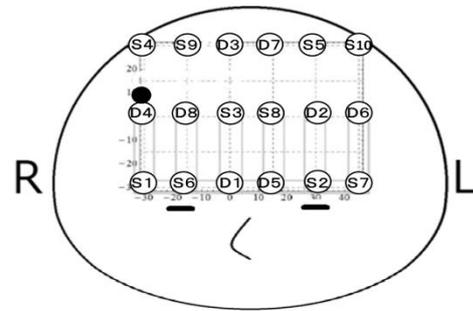


図 1 光源 S・検出器 D の配列

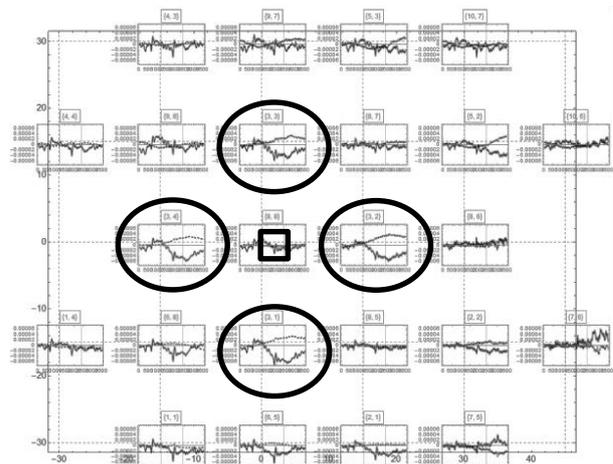


図 2 3cm 間隔 24ch の表層信号分布
濃:酸素化ヘモグロビン(HbO₂)
淡:脱酸素化ヘモグロビン(HbR)

参考文献

- [1] 藤井麻美子, 深さ選択性近赤外光脳機能計測装置のアルゴリズム, 平成 22 年度電子情報通信学会東京支部学生会報, p13-18, (2011)
- [2] 伊藤昭哉, 平野貴史, 武藤司, 藤井麻美子, NIRS 計測における線形逆問題利用による表層および大脳皮質血流信号分離, 医用・生体工学研究会, MBE-14-064, pp1-6, (2014)

Embedding NIRS data in high dimensional space

Masako SUGAI, Masaharu ADACHI
Tokyo Denki University, Tokyo, Japan

Purpose

Measurements with NIRS are excellent in versatility. However, the data are contaminated with various kinds of noise so the analysis of NIRS data has not been well established. In this study, we embedded NIRS data in high dimensional state space for the purpose of the preparation of nonlinear analysis.

Subjects and Methods

Eleven healthy subjects participated in the experiment. They were asked to grasp their right hands or imagine to grasp during task periods. Measuring points were located to primary motor area (M1) in each hemisphere. Block design was adopted as session, and the session consisted of three parts, pretask 20 seconds, task 20 seconds and posttask 20 seconds. In each measurement, the session above was repeated five times.

After obtaining the time series (sampling: 130ms), time delay (τ) and embedding dimension (d) were estimated with mutual information and false nearest neighbor approach, respectively. We tested the obtained data ($\alpha=0.05$) to detect the significant difference among tasks and hemispheres.

Results

The result was shown in the table below.

	Left M1	Right M1
Motor task	$\tau=2.1 \pm 1.0, d=5.6 \pm 0.6$	$\tau=2.1 \pm 1.1, d=5.8 \pm 0.5$
Imaginary task	$\tau=2.0 \pm 0.9, d=5.8 \pm 0.6$	$\tau=2.0 \pm 0.8, d=5.7 \pm 0.6$

Repeated two-way ANOVA was performed for the obtained data and it was found that there is no significant difference both among tasks and among hemispheres.

Discussion

Grasping is a daily motion, so it seems to be no difficulty in performance. There found no significant difference both in time delay and in embedding dimension despite of different tasks. For future work, to detect the difference among tasks, reconstructing the attractors and testing its behavior will be needed.

部位ごとの血流動態反応関数の推測による脳機能の結合性の検討

滝 謙一，廣安 知之

同志社大学大学院生命医科学研究科

【目的】

functional Near Infrared Spectroscopy(fNIRS)によって得られる脳血流のデータの解析の方法の一つとして一般線形モデルが挙げられる．これはある HRF(HRF : hemodynamic response function)を用いて，課題による脳血流変化のモデルを立てている．しかし脳部位や個人差，課題によってそれぞれ脳活動は異なり，必ずしもこの一般的な HRF と一致するとは限らない．その為これらの因子を考慮した HRF を用いた解析を行う必要がある．本研究では，計測データからその部位における HRF を推測し，脳機能の結合性の検討が可能であるか調査した．

【方法】

fNIRS で得られたリーディングスパンテスト中の脳血流データに最も一致する推定モデルを構成する HRF を最適化によって求める．求められた HRF から構成した推定モデルから課題に対する脳活動の検討を試みた．最適化の指標は推定モデルと計測データの回帰分析で得られた t 値とし，HRF の最初のピーク到達時間と後のピーク到達時間，およびそれぞれのピーク値の比率を決定した．計測装置には fNIRS 装置(ETG-7100 : 日立メディコ製)を使用し，前頭部 (22 チャンネル)，両側頭部 (各 24 チャンネル) で計測を行った．被験者は右利きの女性健常者 12 名(22-23 歳)を対象とした．

【結果と課題】

計測チャンネルごとに異なる HRF を得ることが出来た．しかし一部のチャンネルでは十分に一致したモデルを推定できなかった．これは矩形関数に原因があると考えられる．一つは回答時間をレストとしている事，もう一つは時間経過ごとの血流の反応の挙動に合わせられていない事が挙げられる．これらの事から矩形関数の値をタスクブロックごとに変える必要があると考えられる．これらを考慮することで，今回達成できなかった脳の結合性の検討が可能なモデルの推定を目指す．

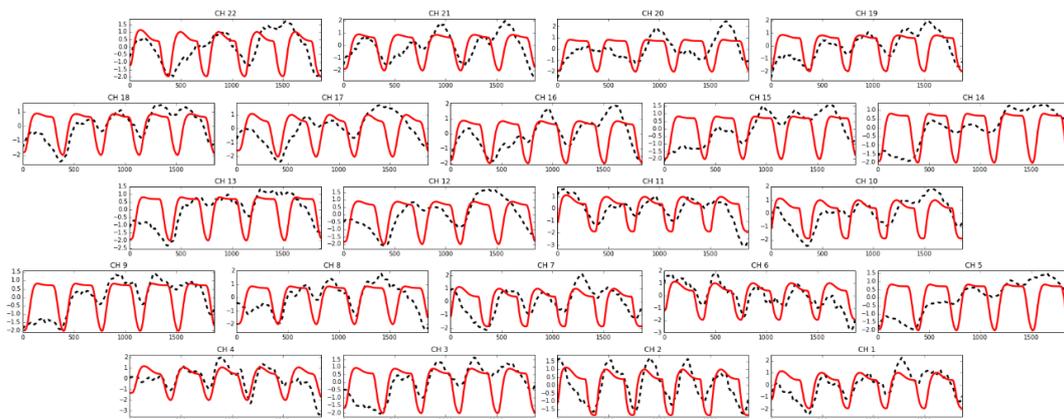


図. 計測値と推定モデル

新生児期～乳児期初期における 酸素化・脱酸素化ヘモグロビン濃度変化の位相差

渡辺 はま¹・高橋 尚人²・岡 明²・多賀 巖太郎¹

(¹東京大学大学院教育学研究科・²東京大学大学院医学系研究科)

新生児期から乳児期初期における脳の血液動態の発達的变化を明らかにするために、近赤外分光法 (near - infrared spectroscopy ; NIRS) を用いて、酸素化ヘモグロビン (oxy-Hb) と脱酸素化ヘモグロビン (deoxy-Hb) の濃度変化の位相差を検討した。

GCU (Growing Care Unit) に入院中で退院が間近の新生児を対象とし、自然睡眠中の脳活動を、10チャンネルのNIRS脳機能計測装置 (ETG-100、日立メディコ) を用いて計測した。また、一部の児においては、退院後に小児科外来にて同様の計測を1～3回実施した。計測時期は修正36週から57週の範囲であった。先天異常のない146名を解析対象とし、在胎週数により以下の3群に割り当てた。①Term群31名 (在胎37週以降に出生)、②Late-preterm群48名 (在胎34-36週に出生)、③Early-preterm群67名 (在胎33週以前に出生)。また、神経学的既往歴のない満期で出生した2,3ヶ月齢児16名 (修正51-57週で測定) をControl群とした。

Fig. 1 は、ある児のoxy-Hbとdeoxy-Hbの位相差の発達的变化を示している。右向きの矢印は同位相、左向きの矢印は逆位相の傾向を意味する。Fig. 2 は、各児において、10チャンネルの平均位相差を算出したものである (2π :同位相、 π :逆位相)。在胎週数に関わらず、発達にともない同位相から逆位相への変化が見られた。また、計測時の修正週数が同時期でも、早産で出生し、出生からの日齢が経過した群の方が、位相差が逆位相に近づく傾向が認められた。さらに修正2,3ヶ月齢で計測したControl群においては、患者群に比べて逆位相の傾向が強いことが示された。これらの結果は、胎内環境からの生後環境への変化がヒトの脳血液動態を劇的に変化させること、早産児と満期産児は、脳の血流動態の発達的变化過程が異なる可能性を示唆している。

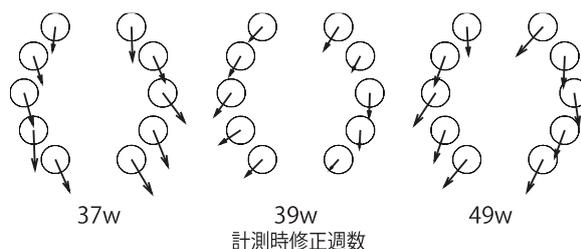


Fig.1 胎齢34wにて出生した児におけるoxy-Hbとdeoxy-Hbの位相差の発達的变化

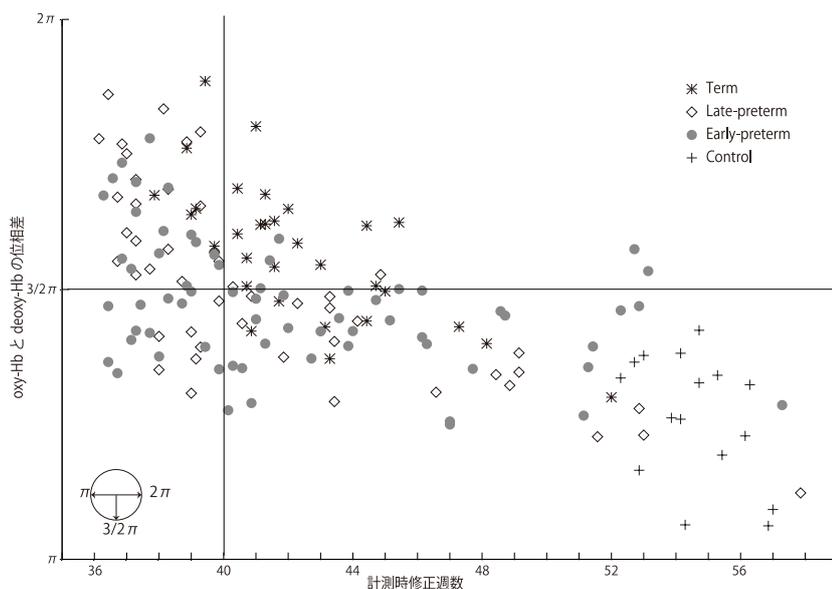


Fig.2 oxy-Hbとdeoxy-Hbの平均位相差の発達的变化

乳児感情の読み取りの特性と前頭前野の脳血流変化との関連

昭和女子大学人間社会学部 松澤正子

養育者が乳児の感情をどのように読み取るかは、養育行動のあり方を左右し、乳児の感情発達に影響を与える重要な要因であることが指摘されている。これまで表情認知を含む社会的認知能力に前頭前野が深く関わる事が多く指摘されているが、健常な人にみられる感情の読み取りの個人差との関連については殆ど検討されていない。そこで本研究では、日常生活で乳児が示す多義的な表情の写真から成る日本版 IFEEL Pictures (Inoue et al., 1993) を用いて、乳児感情の読み取りの特性と前頭前野の脳血流変化との関連を検討した。

方法

実験参加者: 健常な女子大学生・院生 14 人 (20~23 歳、右利き) が参加した。

刺激図版: 日本版 IFEEL Pictures の 30 枚の乳児表情写真を、長屋(2009)をもとに快・不快得点の平均と分散がほぼ等しくなるような 10 枚ずつの 3 組に分けて用いた。

測定装置: 前頭前野領域を 16 チャンネルで計測する近赤外分光法 (NIRS) 計測装置 (Spectratech OEG-16) を用いた。国際 10-20 法に準拠し Fpz を中心に装着した。分析の際は Pre-test10 秒、test70 秒、Recovery60 秒、Post-test10 秒としてベースライン補正を行った後、高速フーリエ変換を用いたローパスフィルター (0.05Hz) によって微細な体動の影響を取り除いた。

実験課題: 性別判断課題 (70 秒)、感情読み取り課題 (70 秒)、性別判断課題 (70 秒) の順に実施した。感情読み取り課題では、継時的にモニタに呈示される乳児の表情写真を見て、乳児の感情がポジティブかネガティブかをボタンで回答した。性別判断課題では、感情を回答する代わりに、乳児の性別が男子か女子かを回答した。各課題では 3 組 (各 10 枚) の写真のいずれかをランダムに用いた。

JIFP テスト: 課題終了後、JIFP の 30 枚の写真をアルバムで再度見て、写真の乳児の感情がどのようなものかを自由回答した。なお、自由回答の分類には長屋(2009)の 7 つの関係性評価カテゴリーを用いた。

結果と考察

感情読み取り課題におけるポジティブ反応数ならびに JIFP テストにおける各カテゴリーへの反応数について、課題中の Oxy-Hb 濃度の変化量との関連を調べるために、スピアマンの順位相関検定を行ったところ、ポジティブ反応数、対象希求(OS)、基本的情緒(BE)の各カテゴリーの反応数において有意な相関関係が確認された。このことは、乳児感情の読み取りの特性と前頭前野の脳血流変化との関連を示唆する。課題中の前頭前野の Oxy-Hb 濃度の増加は、乳児表情写真に対するポジティブな読み取りや、基本的情緒(BE)の読み取りと関連し、Oxy-Hb 濃度の低下は対象希求(OS)の読み取りと関連していた。基本的情緒(BE)は「うれしい」「悲しい」などの子どもの情緒の読み取りのカテゴリーであり、対象希求(OS)は「甘えたい」「見てて」など、子どもが情緒的な相互作用を求める欲求の読み取りのカテゴリーである。乳児のポジティブな情動の読み取りは前頭前野の活性と、欲求への過敏さは前頭前野の不活性と関連する可能性がある。今後はさらなるデータの蓄積によりこれらの関連性について確認していく予定である。

文献 Inoue, K. et al. (1993). The Japanese IFEEL Pictures. In R. N. Emde, J. D. et al. (Eds.), *The IFEEL pictures: A New Instrument for Interpreting Emotions*. Madison, CT US: International Universities Press, Inc.
長屋佐和子 (2009). 日本版 IFEEL Pictures に対する反応特性の研究 風間書房

【タイトル】

近赤外線スペクトロスコピー（NIRS）を用いた広汎性発達障害の前頭葉機能についての検討

【発表者】

佐藤利正^{1, 2)}、成田秀幸¹⁾、武井雄一¹⁾、須田真史¹⁾、桜井敬子¹⁾、山口実穂³⁾、成田耕介¹⁾、福田正人¹⁾、三國雅彦¹⁾

【所属】

- 1) 群馬大学大学院医学系研究科神経精神医学
- 2) 群馬県立高崎特別支援学校
- 3) 群馬大学医学部

【目的】

広汎性発達障害（PDD）は、実行機能(Schmitz. N, 2006)や社会性（Kita.Y, 2011）に関わる認知機能障害があると考えられ、それらの障害は何らかの脳の機能障害に起因するものと考えられる。そこで、PDD患者の脳機能特性について、自然な状態で測定できるという近赤外線スペクトロスコピー（NIRS）の特性を生かして、実行機能が反映される言語流暢課題（VFT）と社会性が反映される対人会話課題の最中について検討した。

【対象と方法】

群馬大学医学部附属病院に受診しているPDD患者および健常者を対象とし、NIRS装置（日立メディコ社 ETG-4000）を用いてHb濃度を測定した。言語流暢課題ではPDD群12名、健常群12名、対人会話課題ではPDD群9名、健常群9名、また手指タッピング課題はPDD群11名、健常群11名とした。

【結果とまとめ】

VFTの産生語数には、PDD群（ 12.8 ± 5.9 ）と健常群（ 15.9 ± 4.7 ）で差を認めなかったが（ $P=0.17$ ）、PDD群の[oxy-Hb]増加は前頭部25チャンネルで健常群より有意に小さかった（ $P<0.039$, FDR補正）。また対人会話課題では、前頭部上部を中心とした10チャンネルでPDD群の[oxy-Hb]増加が健常群より有意に小さかった（ $P<0.01$, FDR補正）。さらに手指タッピングにおいては、そうした群間差を認めたのは1チャンネルのみであった（ $P=0.001$ ）。

以上の結果から、PDD患者の前頭葉機能障害を課題遂行中にNIRSで検討することにより、認知機能ごとの特徴をより自然な状況で明らかにすることができた。

音声の提示が乳児の皮質活動に及ぼす修飾作用

保前 文高¹、渡辺 はま²、多賀 巖太郎²

¹首都大学東京 人文科学研究科 言語科学教室

²東京大学 大学院教育学研究科 発達脳科学研究室

近赤外光脳機能計測装置を用いて、睡眠中における乳児の脳の自発活動を計測すると、領域ごとに時間的な信号変化を捉えることができる。このような変化の相関関係をもとにして領域間の関係性を評価することで、機能的なネットワークが存在することを明らかにしてきた (Homae et al., 2010)。また、睡眠中の乳児に 20 秒間隔で音声を提示した場合には、事象に関連した皮質活動だけでなく、領域間の機能的な関係性に変化を起すことも報告した (Homae et al., 2011)。同側の半球内では、側頭葉後方部、頭頂葉、後頭葉のそれぞれの領域と前頭葉前方部との間の相関が高まり、長距離にわたる関係性に影響をもたらすと考えられる。間隔において音声を提示した場合には、音声に対する血流の酸素化動態に見られる立ち上がりの増加と減衰の両方を評価に含めることができる一方で、連続的に音声を提示することで生じると考えられる状態としての変化をとらえることは難しい。本研究では、状態的な変化を検討するために、静睡眠時の自発活動と連続的な音声提示下における皮質活動を 94 チャンネルの近赤外光脳機能計測装置 (ETG-7000、日立メディコ) を用いて計測した。得られた信号から、領域間の相関関係と機能的ネットワークの中心性を検討した。

静睡眠中の 3 か月児に、4 分間にわたって連続的に音声を提示した。音声を提示する前 3 分間の皮質活動と、音声を提示し始めて 1 分後からの 3 分間の皮質活動を比較した。24 名から得た酸素化ヘモグロビン信号を解析対象として、信号の時間相関をチャンネル間で求めた。相関係数によって表される機能的結合の程度をもとにして、固有ベクトル中心性を計算することでネットワークのハブとなる領域を同定したところ、前頭葉、側頭葉、左半球の頭頂葉にある領域が、安静睡眠時と音声提示期間の両期間で有意な中心性を示した (図 1、白丸)。一方で、右半球の頭頂葉は、音声提示期間にのみ有意で、かつ、安静睡眠時よりも高い中心性を示した (図 1、黒丸)。これらの結果は、3 か月児において基本となる機能的ネットワークが存在するうえで、連続的な音声言語情報が、主に抑揚情報の処理に関わる領域を中心として、機能的なネットワークにおける活動を修飾することを示唆している。

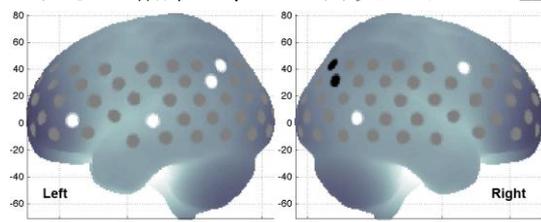


図 1 高い中心性を示す領域

非母語音声の範疇化における脳機能結合：小児と青年の比較

矢田部清美^{1(*)}, 星野英一¹, 直井望¹, 白野陽子¹, 山田玲子², 皆川泰代¹

1 慶應義塾大学, 2 ATR

(*) ytb@keio.jp

目的

近年母語の言語習得を支える神経基盤は明らかになりつつあるが、非母語のそれは比較して不明な点が多い。なかでも非母語習得と発達の関係解明は進んでいない。本研究では、小児期から青年期を対象とし、習得の基礎となる非母語音声の範疇化がどのような神経基盤によって支えられうるのかを検討した。

方法

[参加者] 本研究では、既往歴がなく、右利き・日本語のみ母国語・外国で暮らしたことがない健康な小児期(8-12 才)28 名, 思春期(13-16 才)27 名, 成人期(18-22 才)24 名の計 79 名が参加した。参加者は(未成年は保護者共に)研究説明を受け、同意の下に研究参加を開始した。全ての研究参加に謝礼が支払われた。

[手続き] 機能的近赤外分光法(fNIRS)という脳機能イメージング手法を用い、音韻同定課題中のシルピウス裂周囲の言語回路網を中心とした部位の脳血流動態を計測した。

参加者は防音室内の椅子に座り、頭部に NIRS 用プローブホルダーを装着した。約 57cm 離れた画面上の固視点+の左右に A と T, もしくは固視点+の左右に L と R のアルファベット大文字が映し出され、イヤホンから流れる音声でどちらの音であったかを、A か T, もしくは L か R といった該当する文字の側の手元のボタンを押して返答した。ボタン押しでは早さと正確さが求められた。その際に、右であったら右手第二指、左であったら左手第二指で押すことで、返答時の運動による左右差が生じないようにした。A と T, もしくは L と R の左右位置は参加者間でカウンター・バランスをとった。また、課題中に頭蓋が動かないよう安定させる目的で、課題の開始から終了まで顎載台を用いた。

音刺激として、母語の範疇に含まれる音声である A か T の判定をさせる基準区間と、母語の範疇に含まれない L か R の判定をさせる標的区間の 2 種類を交互に 20 秒間提示した。各区間内では例えば L と R の標的区間では /lait/ か /rait/ といった形で音声で 8 回提示された。各回の /l/ や /r/ 音は /l/ から /r/ に 16 段階で加工したものを擬似ランダムに提示し、毎回参加者のボタン押しによる応答を求めた。区間は 2 種類で全 17 区間とし、課題時間は約 6 分であった。

[記録・解析法] 行動解析のために、各ボタン押しによる反応と時間を記録し、信号検出理論による感度(d-prime)と音韻同定曲線を求めた。

また、生体反応解析のために、光トポグラフィー脳オキシメータ(ETG7000, Hitachi Medical Corporation)にて前頭、両側頭部および両頭頂部上の 56 チャンネルの脳血流動態を計測した。計測したチャンネル位置より、小児への応用も確認された標準脳座標系に変換し脳表へと投影する手法 [1] を用いて、計測部位の脳部位を推定した。

各チャンネルの信号をバンド幅 0.02-0.7Hz フィルターした後、区間前 5 秒から区間後 10 秒でブロックに区切った。さらに 3 点間で 0.15 mmol*mm の変動があったブロックを除去した。被験者毎に除去後半数以上ブロックが残らなかったチャンネルは解析対象外とした。各ブロックの信号をブロックの最初 5 秒と最後 5 秒の信号から算出した一次近似直線で引き算補正した。

さらに被験者毎に最初 5 秒と最後 5 秒の信号を除きブロックを平均化した信号列から各チャンネル間の脳機能結合指標を計算した。先行研究 [2] に倣い、チャンネルの O_xHb 濃度の信号列が相関しているかどうか、チャンネル間の相関係数 r を調べた。群間の差異を確認するために、Fisher の z 値に修正した相関係数 r' を脳機能結合指標として求めた ($r' = 1/2(\log(1+r) - \log(1-r))$)。

最後に d-prime と音韻同定曲線の傾きといった行動反応指標、および脳機能結合といった生体反応指標に対し、年齢群(3レベル)を被験者間要因とした統計検定を行った。

結果と考察

非母語範疇の L か R の判定をさせる標的区間内の d-prime と音韻同定曲線の傾きはいずれも年齢群間で有意な差があり、青年期群は小児期に比較して有意に成績が高いことがわかった。また反応時間も思春期や青年期は小児期に比較して有意に短かった。一方、母語範疇の A か T の判定をさせる基準区間での群間の成績差は確認されなかった。図 1 は群間差が認められた脳機能結合を示したものである。まず脳表上の計測チャンネルを二次元の MNI (Montreal Neurological Institute, モントリオール神経学研究所)の標準脳上の座標値 (mm) に配置し、多重検定補正後に青年期群が高いと認められた脳機能結合を q 値の低い順に濃度の高い実線で示した。これらの結果、成績の高い青年期では非母語音声範疇化する課題中の血流動態が音声範疇化に重要な役割をするといわれる言語回路網(の一部)と前頭前野 9 野や 10 野で相関が高く、言語回路網外の前頭前野の関与の可能性が示唆された。

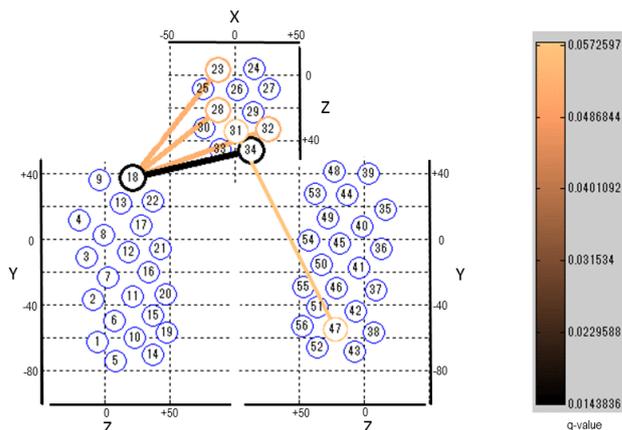


図 1

参考文献

- [1] Tsuzuki, D., Jurcak, V., Singh, A. K., Okamoto, M., Watanabe, E. & Dan, I. (2007). *NeuroImage*, 34, 1506-18.
- [2] Homae, F., Watanabe, H., Otobe, T., Nakano, T., Go, T., Konishi, Y., & Taga, G. (2010). *J Neurosci.*, 30, 4877-82.

羞明による前頭葉賦活時の循環器系の解析

○熊谷 直也¹⁾、鈴木 雅也¹⁾、小野 眞史²⁾

1) 東海光学株式会社、2) 日本医科大学

【緒言】羞明はドライアイ、網膜色素変性、眼瞼痙攣、緑内障、虹彩炎など複数の眼疾患で共通する主訴であるがその発現機構は様々であり、眼科診療や遮光眼鏡の選定において羞明の定量化が課題になっている。我々は散瞳健常人、網膜色素変性、ドライアイ、眼瞼痙攣など、発現機構が異なると考えられる羞明の程度を、前頭葉賦活という共通する計測値により定量できる可能性を報告してきた^{1) - 3)}。本発表では、散瞳健常人⁴⁾を被験者とする羞明による前頭葉賦活時の循環器系の動態について、前頭葉賦活、表在血流と同時に計測し解析した。

【対象と方法】インフォームドコンセントを取得した健常人7名(34.3±10.3歳,男:女=5:2)を対象とした。散瞳条件下、20度下方の注視点を自然瞬目で30秒間目視させ、60秒間の瞬目制限及び1000 lxの光負荷(F10光源、シャウカステン)のタスクを課した後、60秒間の自然瞬目とするブロックデザインで下記項目を計測した。循環器系指標として手指よりパルスオキシメーターRad-8(マシモ社製)によりPI値(Perfusion Index)、脈拍、SpO₂を記録した。大脳賦活はLABNIRS(島津製作所社製)を用い、3cm間隔のプロープを前頭部22Ch、後頭部23Ch配置し記録した。表在血流は同じくLABNIRSを用い0.5cm間隔のプロープを前頭部3ヶ所、後頭部1ヶ所に配置し記録した。瞬目数および自覚評定(眩しさ、つらさ10段階)を合わせて取得した。

計測は、①光負荷無し条件、②光負荷条件、③点眼麻酔+光負荷無し条件、④点眼麻酔+光負荷条件の4条件を被験者に無色レンズを装着させて実施した。また、視感度透過率を70%に制御した黄色レンズ(遮光眼鏡CCP-LY)及び灰色レンズを装着させ、⑤光負荷+黄色レンズ、⑥光負荷+灰色レンズの計測を行った。⑤、⑥の計測は、②の前後に実施し、被験者ごとにランダムな順序とした。

【結果】図1に、①光負荷無し、②光負荷、③点眼麻酔+光負荷無しについて、全被験者の平均波形を示した。①光負荷無しではタスクとともに若干の前頭葉賦活と30%のPI値の低下が観察された。②光負荷により、前頭葉の賦活は5倍に増え、PI値はタスク開始前に比べ40%低下した。この時、表在血流の変動は被験者2名を除き観察されなかった。次に、③点眼麻酔+光負荷無しの条件では、前頭葉賦活が消失し、PI値の低下は8%となった。この点眼麻酔により消失した前頭葉賦活とPI値低下幅の減少は、④点眼麻酔+光負荷により復活し、前頭葉賦活は5倍に増加しP

I値が40%低下した。刺激光をレンズ色により制御した②無色、⑤黄色、⑥灰色の比較では、②無色に比べて、⑤黄色、⑥灰色で前頭葉賦活が減少し、PI値の低下割合(40%⇒20-30%)が減少した。この時、前頭葉賦活では灰色に比べて黄色で賦活が減少したが、PI値では黄色と灰色の差は観察されなかった。

脈拍は、全タスクにおいて一律の低下(70回/分⇒66回/分)が記録されたものの、条件間の差はみられず、SpO₂は、タスクによる変化が計測されなかった。

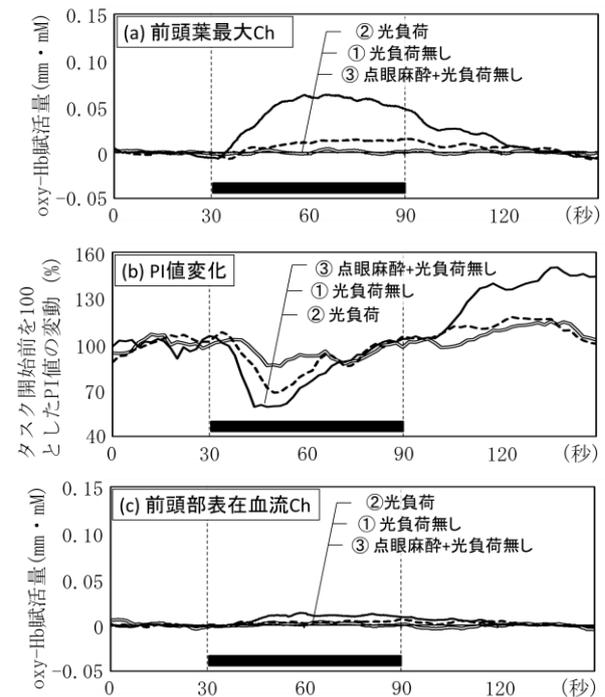


図1. 条件①～③平均波形(N=7): 前頭葉賦活(a)、PI値変化(b)、表在血流変化(c).

【考察】交感神経優位になると末梢灌流が低下しPI値が低下する。羞明による前頭葉賦活時にはPI値が低下し交感神経優位になっていることが示唆された。表在血流変化は僅かであったことから、今回のタスクによる自律神経系のfNIRS計測値に対する影響は少ないと考えられた。また、PI値の低下は光負荷の無い条件でもタスクに伴って起こり、点眼麻酔による角結膜知覚ブロックで消失したことから、光負荷と角結膜知覚という複数の要因を反映している事が示唆された。

【参考文献】

- 1) 小野眞史, 2015, *OCULISTA*, 10 (No. 31), 印刷中.
- 2) Ono M, Suzuki M, Kumagai N et al., 2014, *WOC2014*.
- 3) 小野眞史, 鈴木雅也, 熊谷直也 他, 2015, 第119回日眼.
- 4) 熊谷直也, 鈴木雅也, 井上正雄, 小野眞史, 2014, 第17回光脳機能イメージング学会.

発達障害者の支援を目的とした NIRS-NFB システムの評価

中村のぞみ⁽¹⁾

柳澤一機⁽²⁾

綱島均⁽²⁾

成田奈緒子⁽³⁾

(1) 日本大学大学院生産工学研究科

(2) 日本大学生産工学部

(3) 文教大学教育学部

【はじめに】 非侵襲的脳機能計測器の発展とともに、使用者自身の脳活動を視覚・聴覚刺激などを用いて使用者にフィードバックする技術であるニューロフィードバック(NFB: Neurofeedback)が注目されている。この技術を用いてトレーニングを行うことで脳活動を随時制御することが可能となり、発達障害者の支援やメンタルヘルスケアなどの分野への応用が期待されている。第17回日本光脳機能イメージング学会では、発達障害者を対象とした近赤外分光法(NIRS: Near Infrared Spectroscopy)を用いた NIRS-NFB システムの開発を行い、そのシステム概要について報告した¹⁾。

本研究では、開発した NIRS-NFB システムを用いて発達障害の1つである自閉症スペクトラム(ASD: Autistic Spectrum Disorder)者を対象に NFB トレーニングを行い、その効果の検討を行った。

【実験方法】 開発した NIRS-NFB システムを用いて ASD 者4名を対象に文教大学倫理委員会の承認(承認番号: 25-001)を得て実験を行った。実験は7日間(週2日程度)行い、実験初日と最終日はトレーニング効果の検証実験日とし、間の5日間をトレーニング期間として NFB トレーニングを行った。

NFB トレーニングでは、リアルタイムにノイズ除去を行った左背外側前頭前野の oxy-Hb から脳活動レベルの判定を行い、その判定に応じて変化する色をフィードバック情報として実験参加者へと呈示した。また、実験参加者によっては実験に対するモチベーションの維持が困難だったことから、脳活動情報からロボットやゲームを操作する課題に変更して実験を行った。トレーニング効果検証として一時的な気分感情を評価する POMS などの質問紙とワーキングメモリ(WM)課題を行い、本研究ではその WM 課題時の脳活動について評価を行った。脳活動の評価方法としては、oxy-Hb とその微分値から作成した位相平面上のタスクとコントロールそれぞれの平均値の分布から脳活動の特徴の違いを定量的に評価する重み付き分離度(WS: Weighted separability)¹⁾を用いて、脳活動の変化を評価した。

【結果および結言】 実験参加者4名とも脳活動の変化を確認することができた。顕著な結果を得られた実験参加者1名の NFB トレーニング前後における WM 課題時の位相平面と WS を図1に示す。トレーニング前後で比較した結果、タスク・コントロール時ともに平均点が一定の領域に集合しており、特徴が明確となっている。また WS はトレーニング前後で値が増加しており、健常者の脳活動に近づく傾向が確認できた。質問紙による評価では実験参加者4名ともトレーニングによって、気分の改善や自身の症状に対する自覚傾向を確認することができた。

これらの結果から、NFB トレーニングにおける脳活動の変化を定量的に評価できる可能性を示した。今後は実験参加者を増やし NFB トレーニングにおける効果検証を行っていく。

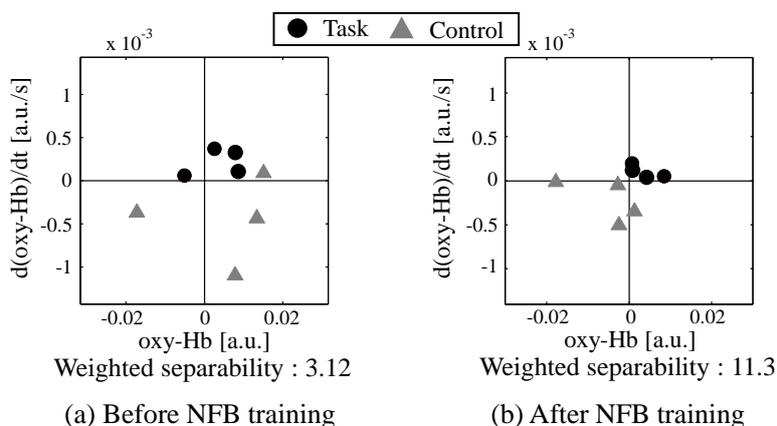


Fig.1 Change in the phase plane

参考文献

- 1) 中村 のぞみ 他, 発達障害の治療を目的とした NIRS-BCI システムの開発, 第17回日本光脳機能イメージング学会学術集会, 2015, p.11
- 2) 柳澤 一機 他, 前頭前野を対象にしたニューロフィードバックトレーニングにおける NIRS 信号の評価手法の提案, 日本人間工学会, Vol.51, No.1, 2015, pp.42-52

統合失調症患者における記憶体制化に関わる脳機能の検討

越智大輔¹⁾ 松井三枝¹⁾ 高橋芳雄¹⁾ 大塚貞男¹⁾ 星野貴俊¹⁾ 石井政栄¹⁾

笹林大樹²⁾ 樋口悠子²⁾ 高橋 努²⁾ 鈴木道雄²⁾

1) 富山大学医学薬学研究部 (医学) 心理学教室 2) 同神経精神医学講座

【目的】

統合失調症では注意、記憶、遂行機能など種々の認知機能障害の問題が認められるが、とくに記憶障害の問題が顕著である。とくにこのことに関して記憶の体制化に特徴があることが示されてきた (Matsui et al, 2006)。これまで記憶の体制化の脳内機構については SPECT や fMRI 研究等によって前頭前野が関与することが報告されてきた (Nohara et al, 2001、Matsui et al, 2007)。本研究の目的は、近赤外線分光法 (NIRS) を用いて、記憶の体制化と関わる脳活動を検討し、統合失調症患者と健常者においてその差異の有無を調べることで、また患者の記憶プロセス中の前頭前野の脳活動を検討することであった。

【方法】

参加者) ICD-10 で統合失調症と診断された患者 15 名(男性 7 名, 女性 8 名: 平均年齢 37.4 歳, SD=8.7) と健常対照群 20 名 (男性 10 名, 女性 10 名: 平均年齢 31.7 歳, SD=10.2) であった。患者群の罹病期間は 13.6 年 (SD=4.3)、発症年齢は 24.0 歳 (SD=8.0)、病前推定 IQ は 90 以上であった。

手続き) 参加者個別に NIRS (光イメージング脳機能測定装置、SpectratechOEG-16) を装着した状態で、単語記憶学習課題実施中に前頭前野領域の酸素化ヘモグロビン(Oxy-Hb)濃度を測定し、脳機能状態を調べた。課題は 4 つのカテゴリーが内包されている計 16 個の単語を検査者が教示し、参加者が即時再生する試行を 3 回繰り返す。NIRS 測定開始後と終了前にも 60 秒の安静時 (画面を見たままりラックスする) を設けた。また課題前後に 30 秒のコントロール課題 (「あいうえお」と一定の時間間隔で言い続ける) を行った。課題結果の指標として、再生数、誤答数、クラスター数 (意味的・系列的・主観的) などがあり、脳機能状態との関連性を統計的に検討する。

【結果】

記憶の体制化課題で、健常者と比べて患者の成績が低くなり、統合失調症患者に記憶の問題が内在することが明らかになった。また、記憶の体制化方略を必要とする課題中、前頭前野領域のとくに左半球で酸素化ヘモグロビン濃度が上昇したが、患者にそのような上昇は認められなかった。とくに単語の再生時において健常者では前頭前野領域の酸素化ヘモグロビン濃度が上昇したが、患者では十分な上昇が認められなかった。また、課題第 3 試行単語記銘中に健常者において、組織化指標 (SCR 数) 変化量と再生数変化量、また左前頭前野領域の Oxy-Hb 濃度とに関連性がみられた。

【考察】

統合失調症患者では記憶の体制化方略を必要とする単語学習中、関心領域全てにおいて、とくに再生時に健常者で認めた賦活が十分認められず、記憶の体制化の問題が脳内機構にあることが示唆された。また、健常者では第 3 試行において SCR 変化量と再生数変化量との有意な関連がみられ、再生数を伸ばすために記憶の体制化が十分に行われることの有用性が示された。SPECT や fMRI 等で SCR 数と脳血流の関連性が報告されてきているが、装着が簡便で参加者への負担が少ない NIRS を用いることにより、臨床応用がしやすくなることが期待される。

重度と中程度認知症患者における前頭葉課題別の脳血液量変化について

高橋 真悟¹⁾, 児玉 直樹²⁾, 竹内 裕之²⁾

1) 高崎健康福祉大学大学院 健康福祉学研究科 保健福祉学専攻

2) 高崎健康福祉大学 健康福祉学部 医療情報学科

Shingo Takahashi¹⁾, Naoki Kodama²⁾, Hiroshi Takeuchi²⁾

1,2) Takasaki University of Health and Welfare

【目的】

わが国では高齢者の増加とともに、認知症患者数も増加し続けている。2015年の厚生労働省の発表によると認知症患者は、2025年には700万人を突破すると推計されている。今後も認知症患者の脳機能に対する簡便な計測法と評価法が必要になってくる。現在、NIRSは認知症患者を対象とした研究も行われており、言語流暢性課題やトレイルメイキングテスト、ストループ課題といったさまざまな課題が用いられている。本研究では、カテゴリー流暢性課題、立方体模写課題、ストループ課題を用いて、重度認知症患者、中程度認知症患者における脳血液量変化について比較検討を行ったので報告する。

【方法】

本研究の対象は重度認知症患者、中程度認知症患者とした。カテゴリー流暢性課題については重度認知症患者22名(MMSE1~14)、中程度認知症患者16名(MMSE15~22)とした。立方体模写課題では重度認知症患者27名(MMSE0~14)、中程度認知症患者20名(MMSE15~22)であり、ストループ課題は重度認知症患者17名(MMSE1~14)、中程度認知症患者14名(MMSE15~22)とした。本研究では日立製作所製の頭部近赤外光計測装置(HOT121B)を用いて計測を行った。なお、計測部位は前頭前野領域とした。課題の計測プロトコルは、0~30秒を統制条件課題、30~60秒を課題(カテゴリー流暢性課題、立方体模写課題、ストループ課題)とし、60~90秒を再

度統制条件課題とした。また、ストループ課題については課題シートを用いて計測を行った。

【結果】

カテゴリー流暢性課題における脳血液変化量について、左前頭前野、右前頭前野ともに重度認知症患者に比べ中程度認知症患者のほうが高い傾向にあることがわかった。立方体模写課題では、左前頭前野においては重度認知症患者に比べ中程度認知症患者の脳血液変化量が高かった。ストループ課題においては左前頭前野、右前頭前野ともに重度認知症患者における脳血液変化量は中程度認知症患者の脳血液量に比べ高い傾向にあった。

【考察】

カテゴリー流暢性課題において重度認知症患者に比べ中程度認知症患者の脳血液量変化が高かったことから、重症度別の脳血液量変化は、カテゴリー流暢性課題が顕著に表れるものと考えられ、重症度評価の指標となりうるものと考えられる。立方体模写課題の右前頭前野とストループ課題において中程度認知症患者の脳血液変化量が低かったことについては、本研究の計測部位が前頭前野であったことや頭部の傾斜、体動による影響があったものと考えられる。今後、他の計測部位での計測や別の課題について検討が必要であると考えられる。

【倫理的配慮】

対象者もしくはその代託者に対して、事前に本研究の内容について説明し、研究の承諾を得た。

継続したセルフフェイシャルマッサージによる高齢者の脳血流動態と QOL の変化

新垣健太¹⁾、川口屋幸¹⁾、井上寛之²⁾、井上裕貴²⁾、萩原啓²⁾、鳥居宏右¹⁾

1) 株式会社ノエビア グループ総合研究開発部、2) 立命館大学 情報理工学部 知能情報学科

【背景】

世界的な平均寿命の延伸により高齢化対策は国際的な課題となっており、高齢者が健やかに満足した生活を送るために、QOL (Quality of life) の向上が必要とされている。認知や判断に関わる脳機能は、加齢により低下し情動機能にも影響を及ぼすことから、QOL 低下に深く関与していると考えられ、脳機能低下を予防改善する方法が求められている。先行研究において認知機能の低下と課題時の脳血流動態との関連性が示されており (1)、我々の研究においても、計算課題時だけでなく、フェイシャルマッサージ時の脳血流変動が加齢に伴い減弱し、マッサージ時の快適感が低下することを報告している。これまでに脳血流を大きく変動させるマッサージ手技の開発を行っていることから、高齢女性における継続的なセルフフェイシャルマッサージの影響について検討した。

【目的】

本研究は、継続したセルフフェイシャルマッサージが高齢女性の脳血流動態や QOL に及ぼす影響を明らかにすることを目的として行った。

【方法】

脳における前頭前野の活動は、認知機能、情動機能と関連することが示されていることから、前頭前野の脳血流変化を機能的近赤外分光装置 (fNIRS, 島津製作所社製) により計測した。脳血流計測はブロックデザインを用いて行ない、酸素化ヘモグロビン (oxy-Hb)、脱酸素化ヘモグロビン (deoxy-Hb)、総ヘモグロビン (total-Hb) の相対変化を計測した。また、心理状態や認知機能との関連性が示されていることから、oxy-Hb を解析に用いた。被験者には 6 名の健康な右利き高齢女性を用いた (平均年齢 67.2 ± 3.2 歳)。フェイシャルマッサージはマッサージオイルを塗布した頬に対して、頬の顔筋をゆっくりと刺激し、頬表面をゆっくりとさすって行った。朝と夜の 2 回、1 ヶ月間、被験者自身に行ってもらった。1 ヶ月間のマッサージ前後に認知課題である計算課題およびストループ課題時の oxy-Hb 変化、心拍数、副交感神経の指標である HF/Total を計測し、さらに評定尺度法に基づいたアンケートにより心理状態や QOL 変化を評価した。

【結果・考察】

頬の顔筋をゆっくりと刺激し頬表面をゆっくりとさするマッサージを 1 ヶ月間行った結果、マッサージ実施前と比較して、計算課題時に左側前頭前野の oxy-Hb が上昇する傾向が認められた (図 1)。また、計算課題時における心拍数の増加が有意に抑制され、副交感神経指標である HF/Total が有意に上昇した (図 2)。アンケートにおいても、心理状態の改善傾向が示された。ストループ課題においては、心理的状態の改善傾向、課題における回

答数と正答数の有意な向上が認められた。さらに、QOL アンケートにおいて、老化に関連した体および心の症状、両方において有意な改善が示された。先行研究において左側前頭前野が副交感神経活動の調整に関与していることが報告されていることから (2)、本研究において示された左側前頭前野の活性化は副交感神経活動の活性化や課題時のストレス緩和に関与している可能性が考えられる。

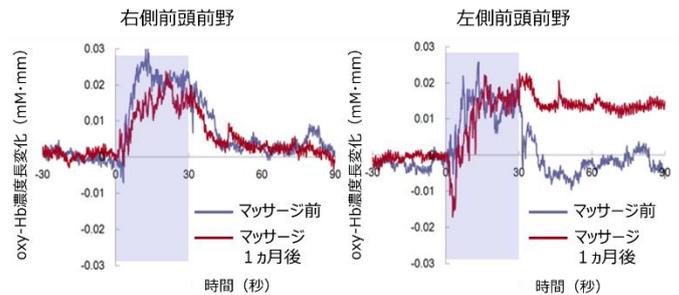


図 1 マッサージ前後における計算課題時の oxy-Hb 変化

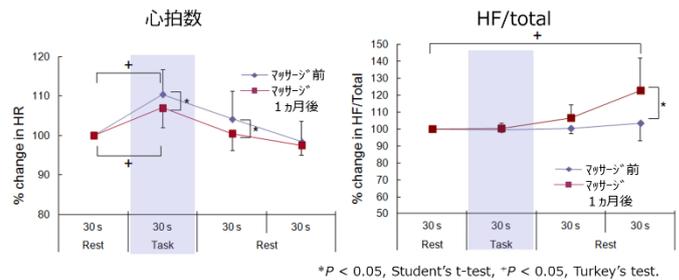


図 2 マッサージ前後における計算課題時の自律神経活動

上記の結果から、脳血流を大きく変動させるフェイシャルマッサージを 1 ヶ月間行なうことにより、脳活動や自律神経活動の調整機能が向上し、QOL が向上したと推察される。

【まとめ】

フェイシャルマッサージを 1 ヶ月間継続して行なうことにより、脳活動の増加による脳機能の向上と、自律神経活動の調整による課題時のストレス緩和、さらに QOL が改善される可能性を示した。本マッサージを継続することにより日々の生活で生じるストレスを軽減し、高齢女性の健やかで満足した生活の実現に貢献できるものと考えられる。

【参考文献】

- 1) Schroeter ML, Zysset S, Kruggel F *et al.* *Neuroimage*, 2003, 19: 555-64.
- 2) Tanida M, Sakatani K, Takano R *et al.* *Neurosci Lett.*, 2004, 369: 69-74.