

第20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】 2017年7月15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20回 大会長 : 檀 一平太 (中央大学 理工学部)

理事長 : 渡辺 英寿 (厚生労働省)

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

第20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 (厚労省)

10:10-10:50 大会長講演 座長 酒谷薫 (日本大学)

「fNIRS の向かう道」 檀 一平太 (中央大学)

10:50-11:40 シンポジウム 座長 渡辺英寿 (厚労省) 星詳子 (浜松医科大)

「fNIRS の臨床応用 1」(発表 12 分、1 名 15 分)

S1-1 「光トポグラフィーの光と影」 宮内 哲 (情報通信研究機構)

S1-2 「fNIRS の計測量について」 木口雅史 (日立中央研究所)

S1-3 「精神疾患の診断の現状」 福田正人 (群馬大学医学部)

11:40-12:00 Road to fNIRS 2018, Tokyo

皆川泰代 (慶應義塾大学)

12:00-13:00 昼食

(12:30~12:50) 企業プレゼンテーション 日立製作所、島津製作所、スペクトラテック

13:00-13:40 招待講演 座長 檀一平太 (中央大学)

「赤ちゃんの視覚と脳」 山口真美 (中央大学)

13:40-14:50 シンポジウム 座長 福田正人 (群馬大学)、保前文高 (首都大学)

「fNIRS の臨床応用 2」(発表 12 分、1 名 15 分)

S2-1 「精神科臨床および作業療法領域における NIRS 研究」 菊地千一郎 (群馬大学)

S2-2 「嚥下を測る」 松田剛 (京都府立医科大学)

S2-3 「ニューロフィードバックを用いた fNIRS のリハビリテーション分野への応用」
三原雅史 (川崎医科大学)

S2-4 「Deep Learning を用いた認知症の NIRS 診断法の開発」
酒谷薫 (日本大学)

14:50-15:00 パンフレット作成委員会報告 山田幸生 (電気通信大学)

15:00-15:15 休憩

15:15-16:15 ポスター発表フラッシュトーク(発表 1 人 2 分)座長 續木大介 (首都大学)

16:15-16:20 閉会挨拶 酒谷薫 (日本大学)

16:25-18:00 ポスター発表

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

ポスター発表 (発表 1 人 2 分)

P1 臨床、医工連携 会場 3B、

P1-1 地域在住高齢者における二重課題運動時の脳血流動態について

原田一生

特別養護老人ホーム 憩いの丘

P1-2 正しい顎の位置は精神症状を改善するーその検証ー

栗本武俊 1) 栗本慎治 2) 澤口俊之 3) 丸山剛郎 4)

1) 2) 日本咬合学会 くりもと歯科医院 和歌山県御坊市開業

3) 武蔵野学院大学大学教授 4) 大阪大学名誉教授

P1-3 「光トポグラフィによる精神疾患鑑別診断ー有効性の検討ー」の検討

宮内哲 1), 星詳子 2)

1) 情報通信研究機構 2) 浜松医科大学)

P1-4 fNIRS による膀胱充満時の尿意から排尿収縮と尿禁制をコントロールする蓄尿相の検出

石橋道男、平山暁秀 (1)、鳥本一匡、松本 吉弘、山田 篤、小野 隆征、

四方田聡 (3)、宮井一郎 (2)、藤本清秀

奈良県立医科大学泌尿器科、近畿大学医学部奈良病院 (1)、森之宮病院 (2)、

株式会社島津製作所分析計測事業部 (3)

P1-5 運動学習中の最適注意戦略個人差に関する健常者・脳卒中患者の共通神経基盤

櫻田武 1, 後藤彩 1, 2, 手塚正幸 3, 中嶋剛 3, 4, 森田光哉 4, 5, 山本紳一郎 2, 平井
真洋 1, 川合謙介 3

1 自治医科大学 脳機能研究部門 2 芝浦工業大学 システム理工学専攻

3 自治医科大学 脳神経外科

P1-6 fNIRS による ADHD 検査課題の簡略化：定型発達就学児での検討

神谷梓 1, 徳田竜也 1, 徳島優美加 1, 池田尚広 2, 長嶋雅子 2, 門田行史 3,
檀一平太 1

1 中央大学理工学部人間総合理工学科, 2 自治医科大学小児科,

3 国際医療福祉大学小児科

P1-7 fNIRS を用いた成人における ADHD 検査課題の最適化

伊藤 亜莉紗 1・徳田竜也 1・水島 栄 1・檀一平太 1

1 中央大学理工学部人間総合理工学科

会場 3A

P2 心理・認知・発達

P2-1 風景画像の印象評価と精神生理状態及び脳波事象関連電位との関係性について
；実写画像と水彩画風加工画像に着目した評価

宮本 ゆりか¹⁾ 松本 真希¹⁾ 小山 恵美²⁾

1) 京都工芸繊維大学 大学院工芸科学研究科 デザイン経営工学専攻

2) 京都工芸繊維大学 情報工学・人間科学系

P2-2 fNIRS による母子同時計測データからの相互作用の抽出

森本智志*1、星野英一*1、秦政寛*2、浅野路子*2、皆川泰代*3

*1: 慶應義塾大学 日吉心理学研究室 戦略的研究基盤形成支援事業

*2: 慶應義塾大学 先導研究センター *3: 慶應義塾大学 文学部

P2-3 色彩ブース空間における計算課題遂行時の高齢者の脳血液量について

高橋 真悟¹⁾、児玉 直樹²⁾、一志 哲夫³⁾、馬場 哲平⁴⁾、渡邊 朗子⁵⁾

1) 高崎健康福祉大学 健康福祉学部 医療情報学科

2) 新潟医療福祉大学 医療技術学部

3) 三菱電機株式会社 電力・産業システム事業本部

4) 東京電機大学 未来科学部 建築学科

5) 東京電機大学大学院 未来科学研究科

P2-4 ワーキングメモリ課題における賦活脳領域の検討 -fNIRS と fMRI の比較-

池田幸樹*、日和悟**、廣安知之**

*同志社大学大学院生命医科学研究科、**同志社大学生命医科学部

P2-5 前頭葉における情動反応と気質・性格特性との関連

孫怡^{1,2)} 星野英一¹⁾ 森本智志¹⁾ 姜娜¹⁾ 寺澤悠理³⁾ 皆川泰代³⁾ 木島伸彦⁴⁾

1. 慶應義塾大学戦略的研究基盤形成支援事業、2. 立命館大学グローバル・イノベーション研究機構 3. 慶應義塾大学文学部、4. 慶應義塾大学商学部

P2-6 乳児の社会的相互作用における随伴性に関与する脳反応

白野陽子^{1,2)}・秦政寛³⁾・蜂須拓^{4,5)}・鈴木 健嗣^{4,5)}・皆川泰代^{3,5)}

¹⁾慶應義塾大学大学院社会学研究科・²⁾JSPS・³⁾慶應義塾大学文学部・⁴⁾筑波大学システム情報系・⁵⁾CREST, JST

P2-7 発達脳における機能的クラスタリング

保前文高^{1), 2)}、渡辺はま³⁾、多賀巖太郎³⁾

1) 首都大学東京人文科学研究科 2) 首都大学東京「言語の脳遺伝学研究センター」

3) 東京大学大学院教育学研究科

P2-8 第二言語処理における推論難易度が前頭部の脳活動に及ぼす効果の検討

直井望、渡辺健太、石田瞳、森島泰則

国際基督教大学

会場 4A、4B

P3 手法・生理・産業

- P3-1** 持続的注意課題時における fNIRS を用いた脳状態の遷移の検討
西澤美結*, 日和悟**, 廣安知之**
*同志社大学大学院生命医科学研究科, **同志社大学生命医科学部
- P3-2** 自動車運転動画視聴時の脳活動の fNIRS による検討
中村 清志郎*, 日和 悟**, 廣安 知之**
*同志社大学大学院 生命医科学研究科 **同志社大学 生命医科学部
- P3-3** 拡散反射光の角度分解計測による 2 層構造強散乱体の吸収係数識別
兵頭政春 1), 宮平堅介 1), 的場修 2), 齋藤伸吾 3), 川上彰 3), 宮内哲 3)
1)金沢大学 2)神戸大学 3)情報通信研究機構
- P3-4** NIRS を用いた色刺激による生理的影響の検証
山添 崇₁, 櫻井 裕司₁, 東 吉彦₁
₁東京工芸大学工学部
- P3-5** 随意運動準備中における運動前野の脳波－近赤外分光法同時計測
座間拓郎¹, 嶋田総太郎²
¹明治大学大学院 ²明治大学
- P3-6** fMRI-fNIRS を用いた脳深部活動推定のシミュレーションによる検討
岡田 裕斗 1, 2), 山下 宙人 1)
1) ATR 脳情報解析研究所, 2) 奈良先端科学技術大学院大学
- P3-7** 情報秘匿時の脳血流動態反応に関する adaptive GLM 解析
新岡陽光 1, 徳田竜也 2, 檀一平太 2, 宇賀美奈子 3
1. 法政大学大学院人文科学研究科 2. 中央大学理工学部人間総合理工学科
3. 健康科学大学福祉心理学科
- P3-8** 一過性高強度インターバル運動がストループ課題成績と課題関連脳活動に及ぼす影響
邊垌鎬 1、Kujach Sylwester 2、兵頭和樹 1、諏訪部和也 1、檀一平太 3、
征矢英昭 1
1 筑波大学 2Gdansk University of Physical Education and Sport、Poland
3 中央大学
- P3-9** 低酸素下での運動による実行機能低下とその脳内機構：fNIRS を用いて
1, 2 越智元太、1, 3 兵頭和樹、1, 2 征矢英昭
1 筑波大学運動生化学、2 筑波大学体育系ヒューマン・ハイ・パフォーマンス先端研
究センター、3 明治安田厚生事業団
- P3-10** 小児脳 MRI を対象とした頭表ランドマークと脳特徴点の対応に関する検討
－代数的記述および幾何的解析を用いて－
續木 大介^{1), 2), 3)} 保前 文高^{1), 4)} 多賀 巖太郎²⁾ 渡辺 はま²⁾ 松井 三枝^{5), 6)}
檀 一平太³⁾
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 3) 中央大学 理工学部 人間総合理工学科 応用認知脳科学研究室
4) 首都大学東京 言語の脳遺伝学研究センター 5) 富山大学大学院 医学薬学研
究部 (医学) 6) 金沢大学 国際基幹教育院

fNIRS の向かう道

檀一平太

(¹ 中央大学理工学部人間総合理工学科・研究開発機構)

Email: dan@brain-lab.jp, Web: brain-lab.jp

fNIRS の誕生から四半世紀が過ぎようとしている。2000 年代初頭には、「fNIRS は脳機能研究に非ず」という理由で論文が拒絶されることも多々あったが、現在、fNIRS は、脳機能イメージングの正当なツールとして、一定の評価を得るに至っている。fNIRS Society という専門の国際学会も誕生し、そのオフィシャルジャーナル Neurophotonics も軌道に乗りつつある。こういった現状から考えると、すでに一定の研究パワーを有する fNIRS 研究が廃れることはないだろう。ただし、日本が黎明期の競争優位性を保っているとは言い切れず、今後、Japan-passing が起こるという可能性はある。そこで、本講演では、特に日本の置かれた現状のメリットとデメリットに着目し、fNIRS の向かう道について考察する。

これまで演者は、fNIRS 研究を「当たり前前の脳機能イメージング」にすることに腐心してきた。特に、「fNIRS のみではどこを計測しているか分からない」という問題を解決するために、演者らは、MRI 画像がない環境においても、脳構造上における fNIRS 計測位置を予測する手法を開発してきた。具体的には、国際 10-20 システム、そして、10-5 システムの 300 以上の基準点と標準脳座標系の確率的対応の実現、fNIRS データを MRI 等の補助的撮像を用いずに標準脳座標系に表現し、解剖学的構造を推定する確率的レジストレーション法の開発などを通じて、fNIRS 研究の発展に貢献してきた。端的には、MRI なしで、fNIRS のみでも脳構造への言及はできるようになっている。

一方、fNIRS の普及にともない、同時計測可能なチャンネル数は増加し 100 チャンネルを超えるようになった。しかし、多チャンネル計測では、チャンネル一つ一つについて賦活があるかないかを調べるため、チャンネル数の増加とともに、本当は賦活していないのに偶然賦活が見いだされる「擬陽性」の確率が上がってしまう。このため、これを制御するために多重比較補正が必要となる。この解決策として、まず、演者らは FDR 補正法の有効性を示した。さらに、近年、より適切な多重比較補正法として、実効多重度補正法(MEFF)の適用を提案している。これは、すなわち、「多チャンネルのデータを厳しすぎず、緩すぎず、適度に補正する方法」である。

そして、fNIRS の応用例として演者らが最も注力しているのは、ADHD 児への投薬治療効果の可視化である。まず、演者らは、ADHD 児 (6-14 歳) と年齢・性別マッチさせた定型発達児に対して、多動・衝動性の抑制に関連する認知機能課題 (行動抑制課題) 遂行時の fNIRS 計測を実施した。その結果、定型発達児では、多動・衝動性の抑制に関連する脳領域が右前頭前野であることを明らかにした。一方で、ADHD 児は両認知機能課題遂行時に、全脳領域においては有意な賦活は認められなかった。この結果は小児多動性・衝動性症状の関連脳領域として、右前頭前野が ADHD の多動・衝動性を反映する脳機能バイオマーカーであることを示している。さらに、ADHD 治療薬の脳機能学的薬理効果を、fNIRS 計測を用いた二重盲検プラセボ対照試験によって検討した。その結果、先行研究で見出した ADHD の脳機能低下部位である右前頭前野が、モノアミンアゴニスト内服後に定型発達児と同程度に賦活 (Oxy-Hb 濃度が同程度上昇) していることを確認した。これらの研究を進展させ、現在、プールされたデータの再解析を通じて、ADHD 児への薬理作用が、「定型的な作用」の回復ではなく、別の機構を介しているという可能性を検証している。

このような研究展開で示されたように、日本においては、fNIRS による医工連携研究が盛んという好ましい伝統がある。そもそも、日本における fNIRS の誕生自体が医工連携の中から生まれたという経緯があり、現在もその流れをくんで、様々な医工連携の試みがなされている。工学分野のみでは、方法論に走りがちであり、医学分野のみでは臨床応用に走りがちであるが、両者の連携によって、医療分野への応用を常に念頭に置いた研究開発が可能となる。この研究文化の継承と発展が、我が国の fNIRS 研究が進むべき一つの道と考える。

光トポグラフィーの光と影

宮内哲（情報通信研究機構）

「光トポグラフィーによるうつ症状鑑別診断補助」は 2009 年に先進医療に採用され (6), その有効性から 2014 年に保険適用が認可された (7)。一方, その有効性や使われ方に関して数々の疑問も挙がっている (1-3, 5, 8, 10-11)。本講演では, 参考文献に挙げた資料を元に, 光トポグラフィーによるうつ診断の有効性について議論する。

参考文献

参考文献 1-7 は, WEB からダウンロードできます (ただし 3 は, 全ての記事を読むためには有料の会員登録が必要です)。8 の論説は, miyauchi@nict.go.jp に「資料希望」というメールをいただければ, 事前に著者原稿を添付ファイルでお送りします。

1. うつ診断に光トポ検査は役立つか? (上) 読売新聞 2016/7/13
<https://yomidr.yomiuri.co.jp/article/20160713-OYTET50002/>
2. うつ診断に光トポ検査は役立つか? (下) 読売新聞 2016/7/14
<https://yomidr.yomiuri.co.jp/article/20160713-OYTET50015/>
3. うつ病などの光トポグラフィー検査...結果を過信し誤診も 読売新聞 2017/3
<https://yomidr.yomiuri.co.jp/article/20170308-OYTET50027/20170308-027-OYTEI50010-L-JPG/>
4. 先進医療についての Nature 誌の記事への補足解説 心の健康に光トポグラフィーを応用する会 2011/1/27 (10 の文献に対する回答)
http://www.h.u-tokyo.ac.jp/vcms_lf/pa_kokoro_NIRS.pdf
5. 双極性障害およびうつ病の診断における光トポグラフィー検査の意義についての声明 日本うつ病学会 2016/11/29
http://www.secretariat.ne.jp/jsmd/link/pdf/nirs_statement.pdf
6. 2009 年 2 月 3 日第 35 回 厚生労働省 先進医療専門家会議議事録
<http://www.mhlw.go.jp/shingi/2009/02/txt/s0203-4.txt>
7. 2014 年 1 月 16 日第 14 回 厚生労働省 先進医療会議議事録
<http://www.mhlw.go.jp/stf/shingi/0000047333.html>
8. 宮内哲 星詳子 光トポグラフィーによる精神疾患鑑別診断－有効性の検討－ 臨床精神医学 45(1): 111-118, 2016
9. 福田正人「光トポグラフィーによる精神疾患鑑別診断－有効性の検討」への回答. 臨床精神医学 45(2): 241-249, 2016
10. Cyranoski D, Thought experiment. Nature 469: 148-149, 2011
11. First do no harm. Simple tools to diagnose mental illness should not be offered without sound supporting evidence. Nature 469: 132, 2011
12. Takizawa R et al., Neuroimaging-aided differential diagnosis of the depressive state. NeuroImage, 85, 498-507, 2014

fNIRS の計測量について

(株) 日立製作所 基礎研究センタ 木口雅史

本講演では、「物理計測」という側面から fNIRS はどのように捉えられるかを考察したい。通常、定量計測器は、校正、つまり原器などを用いて基準値からのずれを補正し、誤差を求めることを行う。逆に、物理量として定義できる基準値が存在しないと計測量は校正できず、定量値を得ることができない。

fNIRS は、頭皮上に配置した光源と光検出器を用いて受光量変化を計測し、拡張ベール・ランバート式を用いてヘモグロビン濃度変化と光路長の積 (ΔCL) を求める計測法である。本来、ベール・ランバート式は、散乱が無視でき、吸収の小さな均一媒体に適用されるものであり、散乱と吸収が不均一に分布するような頭内での光伝播を簡単には記述できないが、 ΔCL という集中定数の有効値を用いて間接計測量を定義している。 ΔCL はヘモグロビン濃度変化と光路長の積に関係している量であるが、どの部位の濃度か、あるいは光路長はどの部分の距離かは、具体的に指定することはできない。つまり、ヒトのヘモグロビン濃度値を用いて校正することはできない量である。そのため、工業規格では、透過光量を変化させることができるファントムを用いて計測値 ΔCL の定量評価を行うように定められている。これにより、異なる装置間でも計測値の比較が可能になる。

「脳活動」を観測する手法はいくつかあるが、それぞれが計測している物理量は異なる。例えば、脳波は電位、fMRI は核磁気共鳴量、fNIRS は光量変化である。これらの計測量はそれぞれの基準値を定めることが可能であり、定量計測が可能である。しかし、これらの計測量からニューロンの発火数を定量的に推定できるわけではなく、互いの関係性が定量的に示されてもいない。同じ「脳活動計測」という言葉を用いていても、異なる計測法で得られる結果は、計測という観点では別の情報であると見なすべきである。これは、そもそも計測量が違う上、共通の物理量を用いた校正法が存在しないからであり、生体計測においてしばしば見受けられることである。但し、同時計測の結果から、BOLD と ΔCL は定性的には類似性があるとされている。

fNIRS の計測原理上、 ΔCL は頭皮血流変化や全身性血流変化の影響を受ける。これらの成分を分離、または低減するための、タスクデザイン、ハードウェア、ソフトウェアの工夫が多く報告されている。一方、頭皮血流を低減すると p 値は小さくなるが、実験結果の結論には影響を与えなかったという報告もある。頭皮血流変化や全身性血流変化の影響についても、定量的な議論が求められる。

次に、脳機能計測という意味で ΔCL をどのように扱うべきかを考える。物理計測量である ΔCL に生体計測量としての意味を与えるためには、心理学実験や臨床試験などにより生体に関わる情報や知見との関連づけが必要である。精神科検査の保険適用は、その大きな成果と言える。今後も、 ΔCL と脳機能の因果との関係を調べ、脳機能計測における ΔCL の有効性に関する定量的知見を積むことが、本分野の発展に重要である。

第 20 回 日本光脳機能イメージング学会 抄録
 シンポジウム「fNIRS の臨床応用①」
 精神疾患の診断の現状

群馬大学大学院医学系研究科神経精神医学 福田正人

精神疾患の診断は、臨床症状にもとづいて行われている。世界保健機関 WHO の診断基準である ICD-10 でも、アメリカ精神医学会 APA の診断基準である DSM-5 でもそれは同様に、例えば DSM-5 のうつ病は以下のうち 5 症状が 2 週間認められる場合に診断される：抑うつ気分・興味や喜びの減退・体重減少・不眠・精神運動焦燥・疲労感・無価値感・思考力の減退・死についての反復思考（ごく簡略化）。

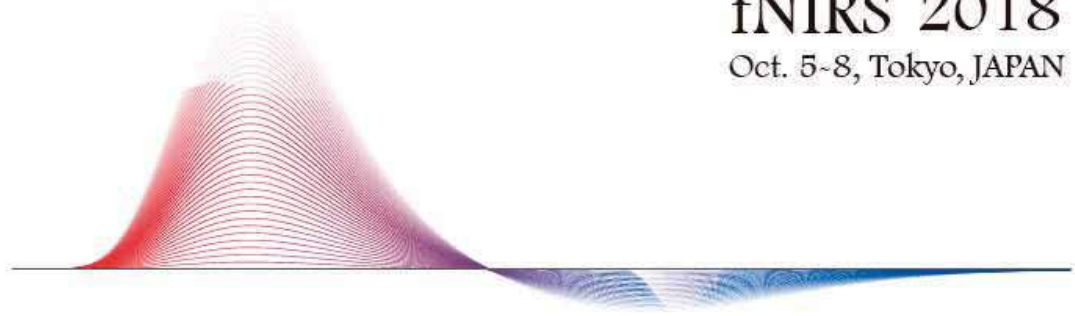
精神疾患に限らず、疾患を臨床症状にもとづいて診断することには限界があり、精神疾患の診療の現状は血糖値を測定せずに糖尿病を診断し治療しようとする状況に喩えることができる。また同じ臨床症状でも、身体疾患についての症状はある程度は定量化・客観化しやすいのに対して、上記の 9 症状からわかるように精神疾患についての症状の評価は定量化・客観化が困難である。そうしたことから、精神疾患の診断についてはその研究は「半科学」と批判されることがある。

そうした困難に加えて、精神疾患の診断にはより根本的な問題がある。それは、うつ病などの疾患が単一の病態生理あるいは病因にもとづくとは考えられていないことである。したがって現在の精神疾患概念は、「疾患」の基準を満たすとは言えず、「症候群」のレベルと言えるかどうかにも疑問があり、「症状群」に留まっていると言える状況にある。こうした状況を解決すべく精神医学関係者はさまざまな取り組みを続けているが、それでもなお上記した ICD-10 や DSM-5 が現在の到達点である。

このような現状のまま、何かの検査結果（バイオマーカー）にもとづいて精神疾患を診断しようとする取り組みに、大きな困難があることは明らかである。しかし、実際の患者の診療にあたる臨床医はそう宣言して努力を諦めるわけにはいかず、理論的な制約があることを承知のうえで、検査の利用がどのくらい可能であるかを模索している。

fNIRS を精神疾患の「鑑別診断補助」に利用する光トポグラフィー検査が、そうした精神疾患についての現状と制約のもとで用いられていることについて、分野外の方には理解が難しい点があるようである。そこで、精神科医に向けた臨床応用についての解説に加えて（「抑うつ状態の鑑別診断補助」としての光トポグラフィー検査—精神疾患の臨床検査を保険診療として実用化する意義。精神神経学雑誌 117:79-93, 2015）、提示された疑問に答える形で精神疾患を検査で診断する取り組みの現状を説明させていただいた（「光トポグラフィーによる精神疾患鑑別診断—有効性の検討」への回答。臨床精神医学 45:241-249, 2016）。今後解決すべき問題はさまざまあるが、臨床症状のみにもとづく精神疾患診断の現状を一步前進させる意義があると考えている。

日本うつ病学会は「双極性障害およびうつ病の診断における光トポグラフィー検査の意義についての声明」を公表し、保険診療における定めと医療の原則にしたがって適切に実施するよう注意を喚起し誤解や誤用がないよう求めている。そうした注意点を含む国立精神神経医療研究センター病院が実施する講習会の受講が、保険診療としての実施のために必要とされる制度となっている。



Road to fNIRS 2018, Tokyo

fNIRS conference は The Society for functional near-infrared spectroscopy (SfNIRS)が隔年で開催する国際会議です。これまでにボストン、ロンドン、モントリオール、パリで開催され、回数を重ねるごとに規模も拡大し、ヨーロッパ、北アメリカ、アジアなど各地から参加者が急増しています。

次回会議である fNIRS 2018 はアジア初となる東京にて開催されます。

fNIRS2018 東京

2018年10月5日（金）～10月8日（月・祝日）

会場：東京大学安田講堂

大会会長（共同）：

多賀徹太郎（東京大学）、 Turgut Durduran (Institute of Photonic Sciences)

*5日（金）夜の基調講演に始まり、3日間のオーラルセッションが安田講堂、ポスターセッションが安田講堂近くの会場で行われます。

◎プレコンファレンス 教育コース

10月5日（金）会場：東京大学・福武ホール（予定）

◎ソーシャルイベント

10月7日（日）夜 会場：国立科学博物館

発表内容は多岐に渡り、Data Analysis、Clinical Applications、Neurodevelopment、Neurocognition など fNIRS に関連する非常に多くの領域をカバーしています。また、学会報告を SfNIRS の Official Journal である Neurophotonics に投稿することもできます。

fNIRS2018 は、日本の fNIRS 研究の伝統、層の厚さ、先進性を世界にアピールする絶好の機会です。日本光脳機能イメージング学会の会員の皆様、ぜひご参加ください。

fNIRS の開発に関連する企業の皆様にもご支援、ご協力をお願いします。

「赤ちゃんの視覚と脳」

山口真美（中央大学）

最新の乳幼児を対象とした知覚発達研究・脳科学研究を紹介しながら、乳幼児期の視覚認知機能の発達初期過程を概説する。これまでの研究から、顔認知や物体認識の基礎にある恒常性の発達など、認知機能の基礎が完成されるのは生後8ヶ月までであることがわかってきた。これらの成果を示す行動実験の概要と、近赤外分光法（NIRS）を用いた顔認知の能力を測る脳計測研究、特に言語獲得前の色認識の脳内機構についても概説する。

言語獲得前の乳幼児を対象に、色世界をどのように見ているかを調べるため、カテゴリカル色知覚と光沢感知覚の実験を行った。これらの研究の結果から、おおよそ生後7ヶ月前後で光沢感や影の知覚・質感知覚といった、物体特性についての知覚が成立することが判明した。またこの時期は、顔認知と空間知覚の発達とも重なることから、認識世界の成立がこのころ生じることが示唆される。

言葉の分からない乳児のカテゴリカル色知覚

- 5-7ヶ月の乳児のカテゴリカル色知覚の脳内メカニズムを検討。
- 近赤外分光法(NIRS)を用い、カテゴリ間/カテゴリ内で変化する色を観察している際の脳血流反応から、乳児におけるカテゴリカル色知覚の神経基盤を検討。



Yang, J., Kanazawa, S., Yamaguchi, M.K., & Kuriki, I.(2016) *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America* ,113(9), 2370-2375.
Cortical response to categorical color perception in infants investigated by near infrared spectroscopy

精神科臨床および作業療法領域における NIRS 研究

菊地千一郎

群馬大学大学院保健学研究科リハビリテーション学講座

問診が重要な位置を占める精神科臨床においても、補助診断を目的とした検査技術の開発研究がなされてきた。

我が国では、「光トポグラフィーを用いた精神疾患の鑑別診断補助」検査が、平成26年4月から保険適用となった。これは非侵襲的で低拘束である、近赤外線スペクトロスコープ(NIRS)を用いた検査法である。この検査法では、まずは、大脳前頭前野を中心とする、語流暢課題遂行中の酸素化ヘモグロビンの濃度変化波形を求める。次に、各疾患に特徴的な4つのパターンに分類する。この検査は、トレイト・マーカー(素因)と考えられる。

一方、演者は、NIRSの刺激課題として、前頭前野賦活作用を持ち、ルールが理解しやすく、かつ、作業量を容易に統制できるという特徴を持つ、後だし負けじゃんけん課題(drRPS)に注目した。そして、drRPSを採用したNIRS検査を使い、治療による経時的な活動変化を追跡することで、ステート・マーカー(状態)としての可能性を探ってきた。

本講演では、まずは、演者らのトレイト・マーカーに関する研究を紹介後、ステート・マーカーに関する研究として、1) drRPSを用いた検査法の開発に至った経緯、2) drRPSの特性を調べるための基礎研究、3) 長期運動療法前後の脳活動をとらえた症例報告、4) うつ状態のステート・マーカーとしての臨床応用可能性について振り返る。最後に、より低拘束なウェアラブルNIRSを用いた、反復計測に頑健で簡便な脳機能検査法の開発について紹介する。これは、日常作業が多用され、かつ、治療が長期にわたる、作業療法学分野における臨床応用を念頭に置いたものである。

嚥下を測る

松田 剛

京都府立医科大学 総合医療・医学教育学

厚生労働省によると平成 27 年における日本人の死因の第 3 位は肺炎であり、高齢者になるほどその比率は高くなっている。高齢者が肺炎を起こす要因としては、食べ物や唾液が気道に侵入してしまう誤嚥（嚥下の失敗）が最も多いと言われており、老化による筋力や反射機能の低下のほか、脳血管疾患などによっても嚥下障害は引き起こされる。

嚥下は舌口腔から咽頭、食道まで複数の筋が関わる緻密かつ連続的な運動でありながら、普段は特に意識することなく実行されているため、リハビリなどで意識的に嚥下を行う必要が生じた際、その実行方法（筋の動かし方など）の理解には困難が伴う。そこで我々は、言葉では理解が難しい嚥下運動を「見る」または「聞く」だけで促進できる新たなリハビリ法の可能性を検討してきた。

その根拠となる人間の認知機能が **Automatic imitation** である。**Automatic imitation** とは目にした他者の運動を無意識のうちに模倣してしまう認知機能のことであり、言い換えれば外部刺激と自身の運動の互換性による運動の促進効果のことである。手足の運動に関してはすでに多くの報告がある一方で、嚥下運動に関する報告はまだない。もし嚥下運動に対しても **Automatic imitation** が生じるならば、他者の嚥下を視聴するだけで自身の嚥下が促進される可能性がある。本講演では、咽喉音、筋電、脳活動の測定によって嚥下運動の **Automatic imitation** を検討した 3 つの実験について紹介する予定である。

ニューロフィードバックを用いた fNIRS のリハビリテーション分野への応用

川崎医科大学 神経内科 三原雅史

脳卒中などの神経疾患では、運動障害を含めた様々な機能障害が残存し、患者の日常生活動作や QOL のみならず、介護者や家族の QOL の低下の原因ともなりその社会的影響は大きい。特に歩行障害は転倒や解除料の増大につながりやすい重要な症状であるが、ヒト以外の動物においては二足歩行を向上的に行う例がすくないことなどから、その制御機構の検討は十分に行われていない。我々は、特に機能的近赤外分光法 (functional Near Infrared Spectroscopy: fNIRS) が測定中の姿勢に対する制約が少ない点を活かして、歩行や姿勢維持に関わる神経機構の解明と脳損傷後の姿勢歩行障害の回復に関与する脳内機構の検討を行っており、大脳皮質、特に補足運動野を含めた内側運動関連皮質の関与が大きいことを明らかにしている。

脳損傷後の機能回復に関しては近年非常に多くの研究が行われ、その機構が明らかになって来ている。近年の動物実験や機能的脳画像技術を用いた神経科学的研究の知見は、成人の脳においても、従来考えられていた以上に脳の可塑的な変化が起こりうること、特に脳損傷後の機能回復においてはこれらのダイナミックな機能的再構成が重要であることが明らかにしており、リハビリテーションは、これらの機能的再構成を促進させることを目的に行われている。より効率的に機能的再構成を誘導させる方法として、最近注目されている手法が、外部からの刺激などを用いて神経組織の興奮性を変化させる、ニューロモジュレーションと呼ばれる技術である。ニューロモジュレーション技術には、経頭蓋磁気刺激・電気刺激などの非侵襲的脳刺激法のほか、脳活動を被験者にリアルタイム提示することで、脳活動を随意的に調節するニューロフィードバックと呼ばれる技術があるが、我々は、なかでも特に侵襲性の低く大規模装置が不要で臨床現場で使いやすい fNIRS を用いたニューロフィードバックシステムを開発し、脳卒中後の片麻痺などへの応用をおこなっている。本講演ではこれらの最新の知見を含め、リハビリテーション臨床現場における fNIRS の応用について紹介をしたい。

Deep Learning を用いた認知症の NIRS 診断法の開発

酒谷 薫^{1) 2)}、胡 莉珍¹⁾ 大山勝徳³⁾

¹⁾ 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、

²⁾ 医学部・脳神経外科、³⁾ 日本大学工学部・情報工学科

認知症のスクリーニング検査には、Mini Mental State Examination (MMSE) などの問診式テストが使用されているが、次のような欠点がある。1) 主観的検査である。2) 医師などがマンツーマンで行い、5～10分程度かかる。3) 聴覚視覚障害や運動障害があると実施困難な場合がある。そこで我々は、NIRS データより認知機能を評価するスクリーニング検査法を開発したので報告する。対象は、南東北春日リハビリテーション病院「脳の健康外来」を受診した様々な認知機能障害を有する 202 症例 (男性 87 例, 女性 115 例, 平均年齢 73.4±13 歳)。まず、MMSE による認知機能検査を行い、次に時間分解分光スコピー (TNIRS: 浜松ホトニクス社製 TRS-21) を用いて両側前頭部で安静時 (60 秒間) のヘモグロビン (Hb) 濃度 (oxy-Hb, deoxy-Hb, total-Hb, SO₂) を計測した。TNIRS による安静時 Hb 濃度を基に、各種機械学習法 (deep neural network, support vector machine, random forest and self-organizing map) を用いて MMSE スコアを推定し、その予測精度を比較した。deep neural network を用いた Deep Learning が最も予測精度が高かった (MMSE スコア 24 以上、23 以下の 2 クラス分類で精度 97%)。TNIRS 計測はタスクを与える必要がなく、認知機能が低下した高齢者でも短時間に実施できる利点がある。Deep Learning を用いた TNIRS 診断法は認知症の新しいスクリーニング検査になる可能性がある (特許申請中: 特願 2017-048625)。

パンフレット作成委員会報告

fNIRS 計測上の注意・留意点パンフレット作成委員会
委員長 山田 幸生（電気通信大学）

fNIRS（機能的近赤外分光法）は、脳機能を計測することができる新しい技術であり、その簡便性や利便性のため広く用いられるようになってきました。しかし、簡便な測定法であるがゆえに、逆に測定の際に気を付けなくてはならない点や、得られたデータの解釈で注意しなくてはならない点があります。また、fNIRS の基本的な原理等に関する理解不足のため誤った解釈をしたり、期待したデータがなかなか得られないなどの課題も見受けられます。

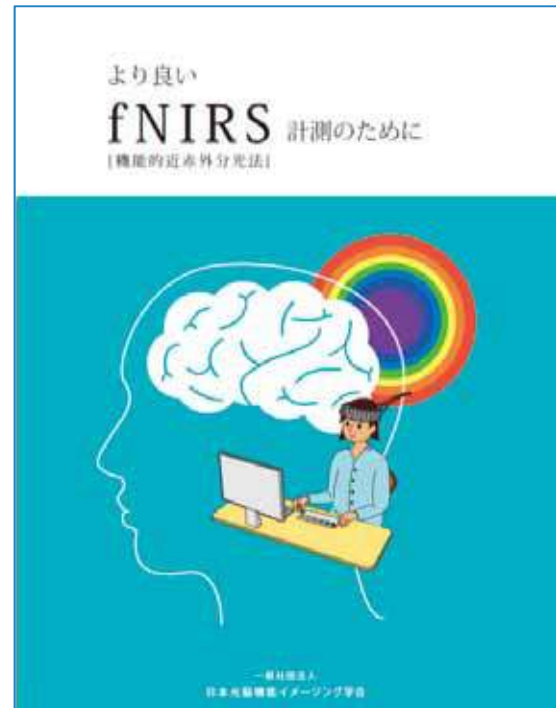
そこで、本学会では、計測技術の向上とデータの信頼性向上を図り、fNIRS 技術がより広く、正しく利用されるように、冊子（パンフレット）を作成することといたしました。そのために本学会内に「fNIRS 計測上の注意・留意点パンフレット作成委員会」を平成 27 年 11 月から平成 29 年 3 月に設け、計 7 回の委員会を開催してパンフレットの作成・編集を行い、本年 3 月に出版いたしました。

本冊子の目的は、fNIRS を用いた研究を行う初心者や NIRS を専門としない方々を対象とし、熟練した指導者なしでも適切に装置を操作し有効なデータが取得できるように導くこととしました。そのため、fNIRS 計測の際の注意・留意すべき点に絞って記述しています。また、基本的な原理や用語を理解していただく必要があると考え、付録として原理の説明と用語の説明を加えました。

本冊子は、本学会から購入することができます（1 部 1000 円）。本学会のホームページの「ご連絡」(<http://jofbis.umin.jp/fnirs.html>)をご参照ください。

本冊子をご覧いただいて改良点、修正点などにお気づきの際には、是非お知らせいただきたくお願いいたします（事務局 e-mail: jofbis@gmail.com）。皆様からの貴重なご指摘はかみならずや fNIRS 技術の発展に大きく貢献するものと考えております。

本冊子の作成・編集にご協力いただきました委員およびボランティアの方々に心より感謝申し上げます。



地域在住高齢者における二重課題運動時の脳血流動態について

特別養護老人ホーム憩いの丘 原田一生

【はじめに・目的】

運動課題と認知課題を同時に行う二重課題下での運動は、高齢者における健康増進分野で注目されている。運動中に脳血流を測定したうえで、二重課題として用いる認知課題の難度について検討した報告は散見するが、二重課題歩行についてのものが多い。そこで本研究では、座位で行う簡便な二重課題運動中の酸素化ヘモグロビン(HbO₂)を測定し、認知課題の難度により運動中の脳血流動態に差があるのかどうか、そして脳血流と運動成績との関連を調べることを目的とした。

【方法】

対象は地域在住高齢者 11 名(70.5±3.3 歳, MMSE は 29.3±1.2)とした。運動(足先上げ)と計算課題に同時に取り組むよう求め、その際の HbO₂ と運動数を測定した。各被験者には、運動のみの条件(ST : single task)に加えて、二重課題条件(DT : dual task)として難度の異なる 2 種の連続減算(100 から 1 または 7 を順次減算)をそれぞれ運動と同時に行う DT-1, DT-7 の計 3 条件を課した。各条件では 30 秒の安静と 30 秒の課題を 2 サイクル行うよう求めた。HbO₂ の測定には Spectratech OEG-16(スペクトラテック社製)を用い、プローブバンドは被験者の前頭部に装着した。関心領域は CH5, 8, 11 とし、得られた HbO₂ は平均した後、安静期と課題期でそれぞれ加算平均した。さらにこれらの値を z 値に変換して解析に用いた。運動成績は各条件における運動数とした。これらの条件間の比較には反復測定一元配置分散分析を用いた。また、ST と DT 時の HbO₂ および運動数より、DT 時の変化量を求めて相関分析を行った。分析にはピアソンの相関係数による分析を用いた。

【結果】

HbO₂ において課題 3 条件間に有意差を認めなかった(F=1.07,p=.36)。運動数において 3 条件間に有意差を認めた(F=12.4,p<.01)。事後検定(Tukey)にて ST は DT-1(p<.05)および DT-7(p<.01)よりも有意に運動数が多かった。相関分析より、DT-7 時の運動数の変化(低下)量は、HbO₂ の変化(増加)量に関連していた(r=-.72,<.05)。

【結論】

3 条件間の HbO₂ に差は認められなかったが、難度の高い DT-7 時の運動数の低下は、DT 時の HbO₂ の増加に関連していた。困難な計算課題を同時に行うことで運動が停滞しやすい者は、DT 運動時に前頭葉領域における脳血流の増加を示す傾向にあることが明らかとなった。本研究の結果は実際に DT での歩行を行わなくても、今回のような簡便な運動でも臨床的・研究的に有用であると示唆でき、今後の研究に寄与するものであると考える。

正しい顎の位置は精神症状を改善する —その検証—

栗本武俊¹⁾ 栗本慎治²⁾ 澤口俊之³⁾ 丸山剛郎⁴⁾

1) 2) 日本咬合学会 くりもと歯科医院 和歌山県御坊市開業

3) 武蔵野学院大学大学院教授 4) 大阪大学名誉教授

はじめに・目的

国民の3人に1人は、身体問題（頭痛、首こり、肩こり、腰痛、めまいなど）や精神症状に悩まされているとの報告がある。1990年に大阪大学名誉教授丸山剛郎は（当時大阪大学歯科補綴学第1講座教授時代）これらの問題の原因は永年の研究と臨床より、下顎の位置も関与していることを発見した。その後臨床応用され1万数千人の患者でかみ合わせ治療を行った結果、心身に大きな治療効果が得られた。精神症状の改善には脳血液量、脳機能の向上が大きく関与していると考えられる。今回、顎位是正治療前に多くの精神症状を訴えた患者の症状の変化と脳血液量を観察し、顎位是正治療の精神症状への有用性を検証した。

方法

当院にて下顎位是正治療を施術した中で、特に精神症状を多く訴え、同意を得た患者11名に術前・術後の症状の変化と前頭前野部の血液量の変化を観察した。症状の変化はデューク医科大学教授WWKツアン原著（福田一彦，小林重雄構成）日本版SDS記録用紙と丸山剛郎大阪大学名誉教授考案全身健康調査表（こころの問題）より検証した。

下顎位是正装置は丸山剛郎大阪大学名誉教授考案 MFA (Mandibular positioning appliance) を用いた。脳血液量の計測にはWTO-100（日立ハイテック社製）を、ワーキングメモリ課題の呈示には刺激呈示ユニット SP-POST01（日立ハイテック社製）を使用した。データ解析にはPlatform for Optical Topography Analysis Tools (POTATo) を用い、課題提示開始3秒後から8秒後までの5秒間の平均値を算出した。

結果

日本版 SDS 記録用紙による精神症状の改善結果で有意性を認めた。（図1）丸山版健康調査表の症状の変化においても高い改善率を見た。（紙面の都合上当日発表する）施術前・後の f-NIRS 各チャンネルの血液量変化は ch 8・11・15・16 で施術前に比べ有意に増加を認めた。（図2）

考察・まとめ

下顎の位置異常が起こると頭位が不安定となり、身体は頭位を安定させるため頸部周囲筋を緊張させる。結果、内頸動脈の圧迫を招くことで脳血流障害、脳活動の抑制を招く。下顎位是正治療は下顎位を正常な位置に戻すことで頭位が瞬時に安定し頸部周囲筋の緊張を取る。このことで脳血液量が改善し、脳活動に優位に働き精神症状改善に繋がると考える。

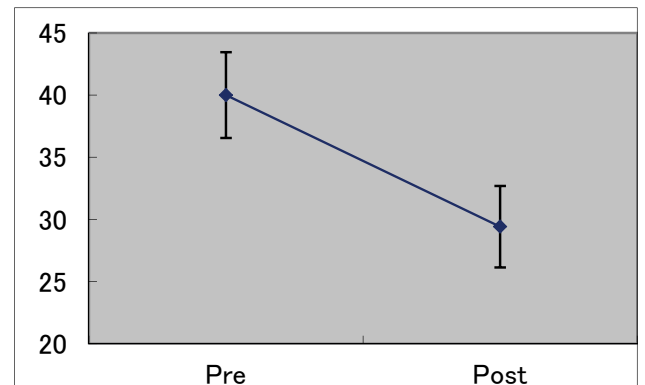


図2 日本版SDS記録用紙による変化 P<0,01

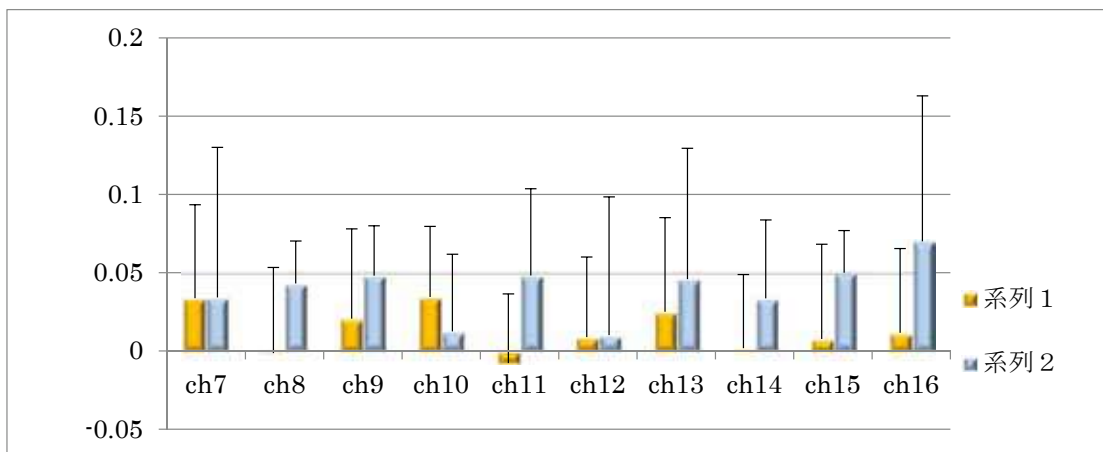


図3 f-NIRSの変化 系列1 施術前 系列2 施術後 P<0,05

「光トポグラフィーによる精神疾患鑑別診断－有効性の検討－」の検討

宮内哲¹⁾, 星詳子²⁾

1) 情報通信研究機構 2) 浜松医科大学)

「光トポグラフィーによるうつ症状鑑別診断補助」は2009年に先進医療に採用され、2014年には保険適用が認可された(1)。一方、その有効性や使われ方に関して数々の疑問も挙がっている(2)。2016年の「臨床精神医学」誌で行われた誌上ディベートでの議論を中心に(3, 4), 光トポグラフィーによる精神疾患鑑別診断の有効性について、厚労省の資料などをもとに議論する(5)。

主な議論の項目は、以下の通り。

- 1 NIRS 計測における皮膚血流の関与
- 2 研究前期と後期での平均波形の変化 (図1)
- 3 先進医療の検査結果の公開
- 4 タスクに伴う何の脳活動を計測しているのか?
- 5 向精神薬の服用が NIRS 信号に及ぼす影響
- 6 Takizawa ら (2014) の論文に関して
 - (1) 解析から除外した被験者の年齢
 - (2) 群馬大学の被験者の年齢構成
 - (3) NIRS 波形の分散

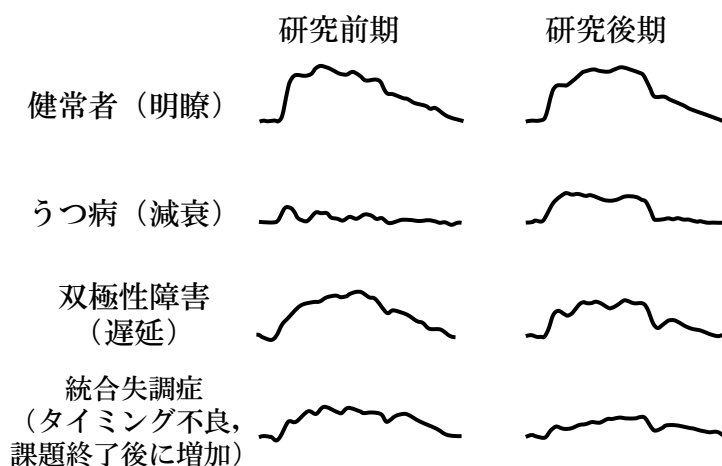


図1 健常者及び各疾患群の研究前期 (左) と研究後期 (右) の波

参考文献

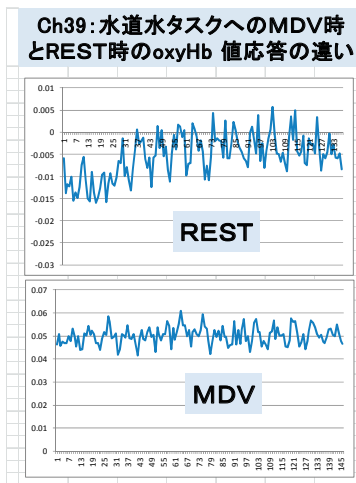
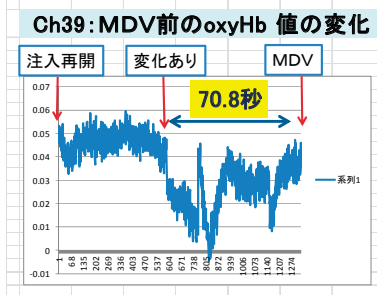
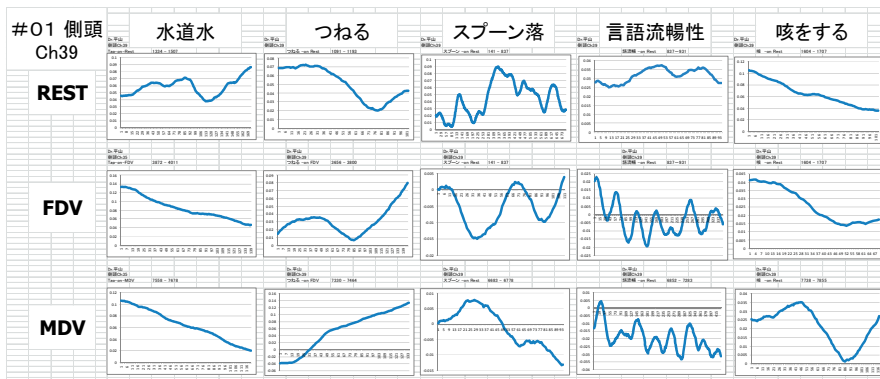
1. Takizawa R et al., Neuroimaging-aided differential diagnosis of the depressive state. NeuroImage, 85, 498-507, 2014
2. 双極性障害およびうつ病の診断における光トポグラフィー検査の意義についての声明 日本うつ病学会 2016/11/29 http://www.secretariat.ne.jp/jsmd/link/pdf/nirs_statement.pdf
3. 宮内哲 星詳子 光トポグラフィーによる精神疾患鑑別診断－有効性の検討－臨床精神医学 45(1): 111-118, 2016 ※miyauchi@nict.go.jpに「資料希望」というメールをいただければ、事前に著者原稿を添付ファイルでお送りします。
4. 福田正人「光トポグラフィーによる精神疾患鑑別診断－有効性の検討」への回答. 臨床精神医学 45(2): 241-249, 2016
5. 情報公開法に基づいて厚労省に請求した、「光トポグラフィー検査を用いたうつ症状の鑑別診断補助」の先進医療及び保険導入に関する資料
6. 2014年に某精神科クリニックで光トポ検査を受けた際の資料

抄録：日本光脳機能イメージング学会 第 20 回学術集会

演題： fNIRS による膀胱充満時の尿意から排尿収縮と尿禁制をコントロールする蓄尿相の検出 (COIなし)

石橋道男、平山暁秀(1)、鳥本一匡、松本 吉弘、山田 篤、小野 隆征、四方田 聡(3)、宮井一郎(2)、藤本清秀 奈良県立医科大学泌尿器科、近畿大学医学部奈良病院(1)、森之宮病院(2)、株式会社島津製作所分析計測事業部(3) Mail : michio.ishibashi@gmail.com

目的：近赤外線光イメージングによる機能画像 (fNIRS) を標準的な膀胱内圧測定と同時に計測することによりあたらしい事象を検出できるかを目的とした。蓄尿相から排尿相も計測したが今回は蓄尿相の結果のみを示す。方法：被験者は5人の健常成人男性で30歳台



～60歳、2名に5つのタスクを実施した：1) Rest：ネラトンカテーテルを留置し生理食塩水を注入する前、2) 初期尿意時 (FDV) 時の状態、3) 再び、

生理食塩水を同じ50ml/分の速度で注入し最大尿意時 (MDV) で生理食塩水の注入を止めた状態で行った。残り3人の被験者では水道水のみ流すタスクとし対照に white-noise をおいた。FOIRE3000 を用い左右側頭連合野を44チャンネル、前頭前野頭頂葉を45チャンネルにて測定し酸化ヘモグロビン値の変化を解析した。1回の計測時間は10分～18分であった。側頭部チャンネル39での結果を示す。①5つのタスクへの応答に類似なものもあるが水道水のタスクは OxyHb 濃度の変化がプラスからマイナスへの変化を示した。蓄尿をつよめ排尿を抑制する応答が惹起されている可能性など生理的意義は不明である。咳、つねる痛み刺激は反対の応答であった。②MDVを示す直前に fNIRS OxyHb の変化が観察され (上段の図) Ch39での5人の時間は96秒、35秒、70秒、75秒、53秒であった。③5人の被験者のMDV時とREST時の水道水タスクの Ch39での応答をみるとすべてにMDV時に抑制反応を示した。結語：蓄尿相に水道水のタスクを用いる

ることが有用となり、fNIRS OxyHb の調節応答の変化を検討することで蓄尿相の生理的、病的意義を解析できるかもしれない。

運動学習中の最適注意戦略個人差に関する健常者・脳卒中患者の共通神経基盤

櫻田 武¹⁾、後藤 彩^{1),2)}、手塚 正幸³⁾、中嶋 剛^{3),4)}、森田 光哉^{4),5)}、
山本 紳一郎²⁾、平井 真洋¹⁾、川合 謙介³⁾

1) 自治医科大学 脳機能研究部門、2) 芝浦工業大学 システム理工学専攻、3) 自治医科大学 脳神経外科、
4) 自治医科大学附属病院 リハセンター、5) 自治医科大学 神経内科

1. 研究背景・目的

運動パフォーマンスを効率的に向上させる重要な要素の一つとして注意の向け方がある^[1]。注意の向け方は、身体内部情報への注意 (Internal focus: IF) と身体外部情報への注意 (External focus: EF) の二つに分類される。多くの先行研究では、EFが戦略的に有利であるとされてきたが^[2]、近年我々は、健常者および脳卒中患者において最適注意の向け方には個人差があることを報告している^[3-4]。本研究では、このような認知機能に関する個人差を反映し、かつ疾患の有無に依存しない神経基盤を同定するため、Functional Near Infrared Spectroscopy (fNIRS) を用いて運動中の前頭前野活動を計測した。

2. 実験

2.1. 参加者および実験環境

健常若年者24名・健常高齢者21名・脳卒中患者9名が参加した。参加者は全員右利きであることを確認した。また健常者は利き手である右手で課題を実施し、脳卒中患者は患側で課題を実施した。実験ではペンタブレット (wacom 社製, PTK-1240/K0) により手先の運動を計測した。視覚刺激はディスプレイにより提示し、課題実施側の人差し指先端には触覚刺激提示のための振動モータを取り付けた。

2.2. 実験1 運動学習課題

ディスプレイに表示されているスタート地点からゴール地点へ直線的にカーソルを動かすことを理想軌道とした、到達運動課題を行った。Pre-phaseにおいて60試行実施し、10分の休憩後Post-phaseとしてさらに54試行実施した。なお、Pre-phaseの11-60試行目、Post-phaseの1-27試行目では、手の運動方向に対してカーソルの運動方向を45°回転させる視覚運動変換を加え、運動学習課題とした。また実験条件として、手の動きに注意を向けることを教示したIF条件と、画面上のカーソルの動きに注意を向けることを教示したEF条件を設定した。各条件におけるスタート合図として、IF条件では人差し指への振動刺激、EF条件ではカーソルの色変化を提示した。

運動学習の評価指標として、10分の休憩後における運動パフォーマンス、つまり学習の保持効果に着目した。各試行において理想軌道と実際の軌道との面積を運動誤差として算出し、Post-phaseにおける初めの3試行での平均誤差からPre-phaseにおける最後の3試行での平均誤差の差分を保持効果指標とした。この指標に基づきIF条件において運動誤差増分が小さい参加者をIF群、EF条件において運動誤差増分が小さい参加者をEF群として分類した。

2.3. 実験2 fNIRS課題

IF/EF群間の脳活動差を明らかにするため、fNIRS (日立メディコ社製, ETG-7100) を用い前頭前野活動を計測した。

参加者は一定のリズムで手を往復運動する課題を行った。本課題においても、IF及びEF条件を設定し、運動学習課題と同様の注意に関する教示を与えた。各条件において、15秒のTask phaseと20秒のRest phaseを1ブロックとして、6ブロック実施

した。各被検者のfNIRSによって計測した酸素化Hb濃度を標準化 (Zスコア化) し、全ブロックの加算平均波形を算出した。

3. 結果

3.1. 運動学習課題

IF群には健常若年者11名・健常高齢者11名・脳卒中患者5名、EF群には健常若年者13名・健常高齢者10名・脳卒中患者4名が分類された。我々の先行研究と同様、必ずしもEFがより良い運動パフォーマンスを導くのではなく、最適な注意の向け方には個人差があることを確認した。

3.2. fNIRS課題

IF/EF群間で最も活動差が認められたチャンネル (左背外側前頭前野・左前頭極にまたがる領域) における波形をFig.1に示す。時刻 0[s] は運動開始を示す。IF条件下において強い個人差が確認され、EF群よりもIF群で有意に高い脳活動が観察された。

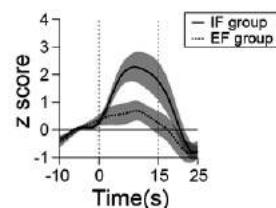


Fig. 1 左背外側前頭前野・左前頭極の活動

4. 考察

本研究により、運動学習中の最適な注意の向け方に関する個人差を確認した。この結果は近年の先行研究^[3-4]での報告と一致する。また、日常的によく用いている注意の向け方が課題成績を向上させることも報告されている^[5]。したがって、効率的な運動パフォーマンス向上を実現するためには、個人の認知機能特性を見極めることが重要といえる。

さらに個々の最適な注意の向け方は運動中の脳活動にも反映された。今回、年齢や疾患の有無に依存しない共通な神経基盤として左背外側前頭前野や左前頭極の関与が確認された。前頭前野は注意制御に関わる神経ネットワークの一部であることから^[6]、運動中の最適な注意の向け方に関する個人差の判別に有効な特性を有していると考えられる。今後、このような脳活動に基づく客観的な個人差判別プロトコルを確立することによって、健常者におけるスポーツトレーニング効果や、運動機能障害者におけるリハビリテーション効果を促進するテーラーメイドな訓練手法の提案が期待される。

参考文献

- [1] Wulf et al., *J Mot Behav*, 1998.
- [2] Wulf, *Int Rev Sport Exerc Psychol*, 2013.
- [3] Sakurada et al., *Exp Brain Res*, 2016.
- [4] Sakurada et al., *Sci Rep*, 2017.
- [5] Maurer and Munzert, *Hum Mov Sci*, 2013.
- [6] Miller and Buschman, *Curr Opin Neurobiol*, 2013.

fNIRS による ADHD 検査課題の簡略化：定型発達就学児での検討

神谷梓¹・徳田竜也¹・徳島優美加¹・池田尚広²・長嶋雅子²・門田行史³檀一平太¹(¹中央大学理工学部人間総合理工学科・²自治医科大学小児科・³国際医療福祉大学小児科)

【背景】

現在、ADHD 児の診断方法として脳機能イメージング法、fNIRS が検討されており、6 歳児以上の児童を対象に研究が行われていた。fNIRS を用いて ADHD 児と定型発達児を 8 割の精度で判別が可能となっており、ADHD 治療薬の治療効果の可視化が可能であることがこれまでの研究でわかっている。(Monden et al.,2012 , Monden et al., 2015)

そこでこの成果を発展させ、3 歳～5 歳児の未就学児に対するこの方法の適用を考える。しかし、現行課題においては、児童の集中力が持続しないために体動が多く生じ、その影響によりノイズが多く含まれてデータに正確な脳活動の信号が反映されない場合が多くある。そのため、解析をする際のデータの離脱率が非常に高くなっていたという問題がある。

そこでその問題に対処するために、現状の課題を可能な限り短縮化することを目的として本研究をおこなった。

【対象・方法】

右利きである、定型発達児 53 名（年齢 7-16 歳、平均 9.8 歳、SD2.4）を対象とした。Go 課題 24 秒、Nogo 課題 24 秒を 1Block とし、6Block デザインの Go 課題、Nogo 課題中の酸素化ヘモグロビン (oxy - Hb) 信号を計測した。

Block 数を変更し、Block ごとに Block 開始前の Go 課題時の信号を 0 と置いたベースラインと Nogo 課題中の信号の差を算出し、脳活性を t 検定にて評価した。右の前頭前野(IFG,MFG)を関心領域として、Block 数による活動の変化を比較した。

【結果】

Block 数を変更したところ、6Block の脳活動のパターンと差異が生じない範囲では最低 2Block が必要になることがわかった。

【考察、まとめ】

最低 2Block まででは変更しても脳活動パターンに差異が生じなかったことより、現行課題を短縮できる可能性が示唆された。現在は不良ブロックを除き、安定したデータとして 2Block をの残せるような Block 数を検討中である。今後は定型発達児だけでなく ADHD 児を対象に、同じように課題の短縮化を行う。

【引用文献】

Monden et al.(2012,December).Right prefrontal activation as a neuro-functional biomarker for monitoring acute effects of methylphenidate in ADHD children: an fNIRS study.

Monden et al.(2015,June) ()Individual classification of ADHD children by right prefrontal hemodynamic responses during a go/no-go task as assessed by fNIRS.

fNIRS を用いた成人における ADHD 検査課題の最適化

伊藤 亜莉紗¹・徳田竜也¹・水島 栄¹・檀一平太¹

(¹中央大学理工学部人間総合理工学科)

本文

【背景】

現在、光トポグラフィー(fNIRS)を用いた研究は小児を対象として行われており、抑制課題 gonogo 課題における診断が可能になっている。この ADHD 鑑別診断補助検査においては成人を対象としたものが現時点では行われていないという現状がある。脳機能に関して、成人になるにつれて課題の難易度が低い場合に、脳の活動が小さくなる可能性があるという示唆されている。現在、ADHD 検査課題として使われている抑制課題は小児向けの課題であるため、成人を対象とした場合、脳の活動がうまく出ない可能性がある。そこで、今回は成人を対象とした ADHD 検査課題を最適化することを目的として実験を行った。

【対象・方法】

健常な右利き大学生 11 名(21-22 歳,平均年齢 21.3 歳,標準偏差 0.5)を対象とし、脳機能計測を行った。被験者 11 名中 2 名はノイズが多かったため、解析対象から除外した。よって 9 名を本研究の解析対象とし、臨床心理士による MINI (精神疾患簡易構造化面接法日本語版 5.0.0 (2003))でのスクリーニングを事前に実施した。脳機能計測に関しては、抑制機能を把握する課題である Go/No-go 課題の刺激呈示時間を三段階(0.4s、0.6s、0.8s)に分けた物を用意し、それぞれの課題中の fNIRS 計測の酸素化ヘモグロビン(oxy - Hb)濃度で評価し、右前頭前野を関心領域として fNIRS 計測をおこなった。ベースラインとタスクの差分を取り、t 検定を行い評価した。

【結果】

三つの課題の内、ターゲット呈示時間が 0.4s の時に前頭前野を中心に頭頂葉に及ぶ賦活が見られた。

【考察、まとめ】

抑制課題においてターゲットの呈示時間が短くなるほど脳の活動が大きくなると考察する。0.4s において、本来見ようとしていた右前頭前野以外に頭頂葉付近での賦活が見られたのは抑制機能以外の機能が働いたためと予測される。頭頂葉には注意機能が存在し、刺激呈示速度を速めたことにより注意機能も働いたため、0.6s、0.8s より頭頂葉での賦活も見られたと考えられる。

風景画像の印象評価と精神生理状態及び脳波事象関連電位との関係性について
 — 実写画像と水彩画風加工画像に着目した評価 —

宮本 ゆりか¹⁾ 松本 真希¹⁾ 小山 恵美²⁾

1) 京都工芸繊維大学 大学院工芸科学研究科 デザイン経営工学専攻

2) 京都工芸繊維大学 情報工学・人間科学系

1. 研究背景と目的

普段絵画を觀賞しそれらに評価する時、理由を具体的に述べられる場合の他に、自分でも理由はわからないが、「なんとなく、良い」と感じることもある。筆者らは、この「なんとなく」に注目した。

絵画の中でも水彩画は独特の柔らかさを持っていると考える。一方、近年のスマートフォンなどの普及や性能向上に伴い、携帯用アプリケーションなどで画像の加工を行うことが身近になりつつある。すでに作品として完成されているデジタル画像を、ひと手間かけて人びとが水彩画風に加工したがる理由には、写真とは違った魅力を水彩画に「なんとなく」見出している可能性がある。しかし、その魅力が具体的に何であるかを明らかにした研究は少ない。

そこで本研究では、実写の風景画像と、それらを水彩画風に加工^[1]した画像の印象評価を行い、それぞれの印象の違いを明らかにした上で、実写画像と水彩画風加工画像の表現の違いに対応する印象や主観的評価と生体信号との関連性について明らかにすることを目的とした。その際に、経験上ヒトに良い影響を与えにくいと予想されるばかり(実写画像から単純に情報量を落とす)加工画像をあわせて評価することで、写真と水彩画風加工画像の違いをより分かりやすく検討できるように試みた。

2. 実験方法

本実験は京都工芸繊維大学内に設置された倫理委員会承認を得て、健康な大学生 30 人(男子 12 人, 女子 18 人)を対象とし、2016 年 9 月から 12 月まで、学内の実験室で実施した。計測項目は脳波、心電図、眼電図、皮膚温、呼吸、主観評価(画像印象評価^[2], JUMACL^{注1)}, VAS^{注2)}である。実験の 2 日前から十分に睡眠をとるよう指示し、練習を 1 日間、本計測を 1 日間実施した。実験に使用した実写画像(original)は主たる色彩の異なる 3 種類(red, green, blue)を準備し、それぞれ水彩画風加工(paint)とぼかし加工(blur)の画像を作成した。実験中の課題は 2 種類あり、課題 A では 1 分間の画像注視を行い、課題 B ではディスプレイに画像提示(1 秒)+注視点提示(1.5 秒)を繰り返して表示し、注視点表示時に「絵」だと判断すれば左のボタンを、「写真」だと判断すれば右のボタンを押してもらい、事象関連電位の計測を試みた。画像の印象評価は 1 日目の練習実験の際に実施した。

3. 主な結果

まず、9 種類の画像に対する印象評価の因子分析を行った(主因子法、バリマックス回転)結果、3 つの因子に分けることができ、第 1 因子を「画像評価性」、第 2 因子を「明朗性」、第 3 因子を「柔和性」と解釈した(表 1)。paint はいずれの因子得点の値も正の方向に高かった。

次に、因子分析によって得られた 3 つの因子と、画像注視課題 A 中の生体信号解析項目や主観評価スコアとの間で相関分析を行った。blue-paint で画像評価性因子得点が高いほど心拍数の減少傾向($r=-0.461, p=0.013$)がみられ、

green-paint で柔和性因子得点が高いほど TA(緊張覚醒)が低い傾向($r=-0.447, p=0.019$)がみられた。red-paint の画像評価性得点と水彩画が好きなかどうかという主観項目で有意な正の相関($r=0.555, p=0.001$)がみられた。

また、red, green, blue の画像ごとにスイッチ押し課題 B を行った結果では、画像提示 1 秒間の Oz における脳波を解析し、ERP サンプル数が最も多かった red での相関分析において、red-blur 提示時の ERP 波形の P300 潜時と柔和性において有意な正の相関($r=0.854, p=0.003$)がみられた。

表 1 因子分析結果

	因子		
	画像評価性 1	明朗性 2	柔和性 3
美しい	.890	.187	.057
良い	.861	.324	.060
好き	.844	.318	.030
見ていたい	.828	.336	.030
快い	.769	.336	.027
鮮やかな	.642	.329	-.060
面白い	.430	.423	-.065
にぎやかな	.110	.735	-.112
楽しい	.557	.696	.013
陽気な	.482	.676	.201
明るい	.523	.608	.129
柔らかな	.052	.119	.838
ゆるんだ	-.050	.097	.739
穏やかな	.451	-.095	.622
鈍い	-.392	-.162	.617
落ち着く	.499	-.190	.514

4. まとめ

① 画像印象評価の結果により、3 種類の画像が持つ印象の要素を分類することができた。抽出された 3 つの因子(画像評価性、明朗性、柔和性)において水彩画風加工画像と実写画像の違いが一部明らかとなった。

② 3 つの因子と主観評価や生体信号の解析項目との関連性について、実写画像においても水彩画風加工画像においても、好きな画像を見ているときは覚醒方向になることはあっても、緊張状態にはなりにくく、落ち着きやすくなる可能性が示された。また、水彩画風加工画像に対する評価が高い人ほど、水彩画が好きという相関があったことから、本実験で使用した paint が本物の水彩画に近い印象を持たれていることが示唆された。

③ 3 つの因子と ERP との関連性について、P300 の潜時の長さが画像の好感度に関わっている可能性がみられた。水彩画を見たときの「なんとなくの良さ」は、ぱっと飛びつくような種類のものではないと考えられる。

今後の課題として、本物の水彩画と水彩画風加工画像との比較方法を検討することや、ERP をより正確に計測するため眠気を避けるなど実験形式の再考があげられる。

補注

注 1) JUMACL: ケンブリッジ大学のグループによって開発された気分チェックリスト UMACL の日本語版。緊張覚醒(TA)とエネルギー覚醒(EA)のスコアを算出する。
 注 2) VAS: 100 mm の目盛りなしスケールによる主観評価手法

参考文献

[1] 中山恵太・白川真一・矢田紀子・長尾智晴: 既存の絵画画像を用いた絵画風画像の進化的生成, 進化計算学会論文誌 Vol.3 No.2 pp.12-21, 2012
 [2] 長瀬容項・原口雅浩: 絵画印象の研究における形容詞対尺度構成の検討 II 久留米大学心理学研究, No. 13, pp. 45-53, 2014

fNIRSによる母子同時計測データからの相互作用の抽出

森本 智志^{*1}、星野 英一^{*1}、秦 政寛^{*2}、浅野 路子^{*2}、皆川 泰代^{*3}

*1: 慶應義塾大学 日吉心理学研究室 戦略的研究基盤形成支援事業

*2: 慶應義塾大学 先導研究センター *3: 慶應義塾大学 文学部

【背景】

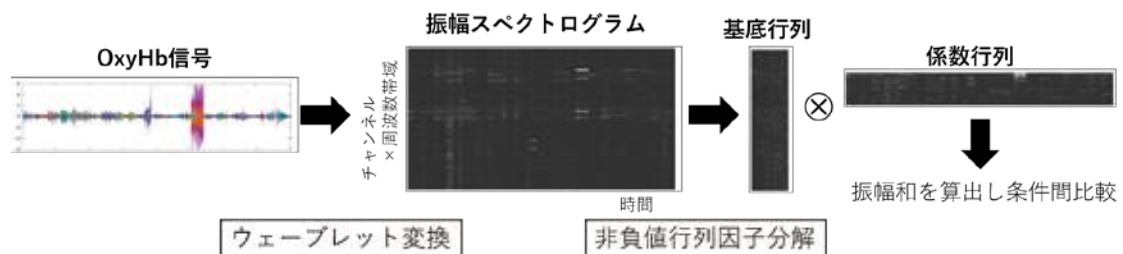
近年、複数人の脳活動を同時に計測し、脳活動レベルの相互作用を明らかにする hyper-scanning 研究が盛んになってきている[1]。fNIRS は拘束の少ない条件で計測が可能であることから、特に自然な環境下における脳活動の相互作用を評価する上で有用だと言える。従来研究の多くは時間周波数軸におけるコヒーレンスを調べることで、同期的な脳活動の評価を行ってきた。しかし、比較する信号が互いに近い周波数特性を持つことを前提としているため、母子間のように血流動態が明らかに異なるような脳活動の同期の評価には相応しくない。そこで我々は、異なる周波数特性を持つ fNIRS データにおいて同期活動を評価する手法について検討した。

【方法】

本研究では時間的なパワー変動の同期に着目し、fNIRS 信号からウェーブレット変換により振幅スペクトログラムを求めたのち、非負値行列因子分解(NMF)によって目的成分の抽出を試みた。提案手法を母親と乳児の fNIRS 同時計測データ(N = 21)に適用した。データは授乳中、レステイング(母親が乳児を抱いた状態)、コントロール(乳児を第 3 者が抱いた状態)の 3 条件を含み、各条件の計測時間は 5 分程度であった。プローブは母親、乳児共に前頭から側頭にかけて配置した(44 ch)。得られた OxyHb 信号に対し、モーション由来の歪みの除去[2]や頭皮血流由来の信号の除去(母親のみ) [3]の処理を行ったのち、提案手法を用いて成分の抽出を行った。このとき、振幅スペクトログラムは低周波数のトレンドや生理ノイズを考慮して、0.1 - 0.8 Hz の範囲を 10 分割した周波数帯域で求めた。また、ウェーブレット変換の計算上の歪みを考慮して、5 分のデータのうち中央の 4 分のみを抽出対象とした。NMFの基底(成分)数は 100 個と仮定した。各参加者(親子ペア)について各条件における振幅の和を算出し、条件間で比較した。

【結果・考察】

レステイング条件及びコントロール条件と比較し、授乳条件において有意に振幅の和の大きい 2 つの成分が得られた(sign test, Bonferroni-corrected $p < 0.05$)。しかし両成分は由来するチャンネルが類似しており、基底数の設定過多によって細かく分割された可能性がある。また振幅スペクトログラムにおいて、厳密には加法性が成り立たないことも留意しなければならない。今後は時間方向のずれを含んだ、動的な相互作用の評価を行う手法について検討していく。



[1] Babiloni, F., & Astolfi, L. (2014). *Neurosci. Biobehav. Rev.*, 44, 76-93.

[2] Chiarelli, A. M. et al. (2015). *Neuroimage*, 112, 128-37.

[3] Yamada, T., Umeyama, S., & Matsuda, K. (2012) *PLOS ONE*, 7(11), e50271

色彩ブース空間における計算課題遂行時の高齢者の脳血液量について

高橋 真悟¹⁾, 児玉 直樹²⁾, 一志 哲夫³⁾, 馬場 哲平⁴⁾, 渡邊 朗子⁵⁾

- 1) 高崎健康福祉大学 健康福祉学部 医療情報学科
- 2) 新潟医療福祉大学 医療技術学部
- 3) 三菱電機株式会社 電力・産業システム事業本部
- 4) 東京電機大学 未来科学部 建築学科
- 5) 東京電機大学大学院 未来科学研究科

【目的】

現在, NIRS は精神疾患だけではなく, 高齢者を対象とした研究も行われており, さまざまな課題における脳血液量が計測されている。しかし, 計測における課題ではなく, 計測環境 (空間の色彩) における影響についての研究は少ない。空間における色彩は, 作業効率や脳活動に影響を与えるものと考えられており, 色彩と疲労度には関係性があるという報告や, 脳波にも影響があるとの報告もある。本研究では, 高齢者を対象に, 空間の色彩 (白, 黄, 赤, 青) が脳血液量の変化にどのように影響するか検討を行った。

【方法】

本研究の対象は, 健常高齢者 32 名とした (白, 黄, 赤, 青それぞれ 8 名)。計測課題は計算課題を用いており, 使用した装置は WOT-220 である。計測プロトコルは安静 20 秒, 課題呈示 6 秒 (1 問), 課題回答 6 秒を 1 セットとし, 10 回繰り返すものとした。課題呈示はモニターを用いて呈示しており, 回答は 2 択形式でコントローラーを用いて回答させるものとした。色彩ブース空間については内壁を基準色 (白, 黄, 赤, 青) に統一した空間を用意した。なお内壁にはブース内壁前面に基準色の色紙を貼り付けた。評価については前頭前野領域 (CH7, CH10, CH13, CH16) における酸化ヘモグロビンを指標とした。

【結果】

計算課題の正答数は平均 7.1 問であり, 色彩ブースによる差はみられなかった。酸化ヘモグロビンについては, 安静時に比べ課題呈示では増加が

みられた (CH7 : $p < 0.05$)。また, 課題呈示と課題回答時では, すべてのチャンネルで呈示時のほうが増加は大きかった (CH7, CH10, CH16 : $p < 0.05$)。色彩ブース空間別においては, 黄色のブースでは課題呈示の酸化ヘモグロビンの増加は少なく, それに比べ赤色のブースでは酸化ヘモグロビンの増加は大きかったが, 有意な差は認められなかった。

【考察】

本研究では, 課題回答時において酸化ヘモグロビンの増加は見られなかったが, 課題回答時では計算課題における賦活はなく, コントローラーを用いて回答する作業のみとなったため, 増加がみられなかったと考えられる。また, 色彩ブース空間別の酸化ヘモグロビンでは, 有意な差はみられなかった。

先行研究においては, 色彩ブース空間は高齢者の脳活動に影響があることを報告しているが, 本研究では課題時間が 5 分間であり, 時間が短かったため, 色彩空間の影響が少なく, 有意な差がみられなかったものと考えられる。しかし, 酸化ヘモグロビンの増加の大きさは異なっていたため, 今後, 課題時間を増やす, 被験者を増やすこと等により, より差がみられ, 色別の傾向が検討できるものと考えられる。

【参考文献】

- 1) 一志哲夫・他:「ブース空間における色彩が情報処理活動に与える影響-高齢者を対象とした個人の知的活動を支援する環境デザインに関する研究-」, 日本オフィス学会誌, 第 9 巻, 第 1 号, pp.18-25 (2017)

ワーキングメモリ課題における賦活脳領域の検討 -fNIRS と fMRI の比較-

池田 幸樹*, 日和 悟**, 廣安 知之**

*同志社大学大学院生命医科学研究科 **同志社大学生命医科学部

1. 背景

ワーキングメモリ (WM) とは、複雑な思考のために情報の処理をしつつ、一時的に必要な情報の保持をする働きを担う記憶システムである。WM 課題遂行時に、前頭皮質と頭頂皮質の活動が確認されている。これらの領域は脳表面にあるため、自然な状態で計測可能な fNIRS でも計測可能である。本研究では、WM 課題時における fNIRS の有用性を確認するため、fNIRS と fMRI の賦活脳領域の比較を行った。

2. 方法

本実験では、WM 課題として N-back 課題を用いた。N-back 課題とは、刺激が連続的に提示される中で刺激を記憶し、N 個前の刺激に対応した反応をし、記憶した情報を次々に更新していく課題である。被験者は fMRI では健常者 30 名、fNIRS では健常者 10 名を対象に実験を行った。計測には、116CH の fNIRS (Hitachi ETG-7100) と fMRI (Hitachi Echelon Vega 1.5T) を用いた。解析は、一般線形モデルによる統計解析を行い賦活脳領域の推定を行った。

3. 結果・考察

fNIRS で計測されたデータを用いて GLM 解析を行い、有意水準 5%で平均値の差の検定を行った。N=3 の場合、前頭では左中前頭回眼窩部、左下前頭葉三角部、左下前頭葉眼窩部、側頭では左右中側頭回、右下側頭回、後頭では右下後頭回、頭頂では左補足運動野の活動が確認された。fMRI も fNIRS と同様に GLM 解析を行い、多重比較補正を行い有意水準 5%で検定を行った。主な活性領域は左右中前頭回、左右下頭頂小葉、左尾状核、左視床、右島皮質であった。さらに脳機能ネットワーク解析を行った結果、賦活領域である右中前頭回と右下頭頂小葉の間に脳内ネットワークが確認された。これらの領域間伝達経路には左弁蓋部、右楔前部、小脳が含まれていることが確認された。

前頭葉における情動反応と気質・性格特性との関連

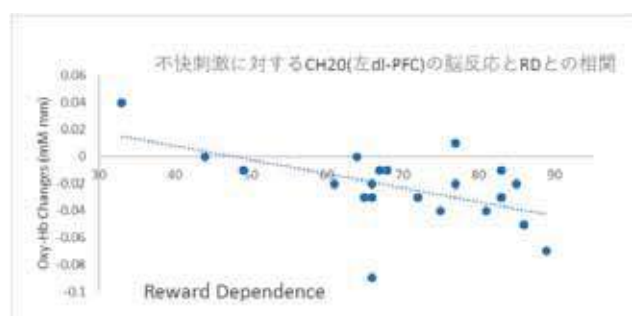
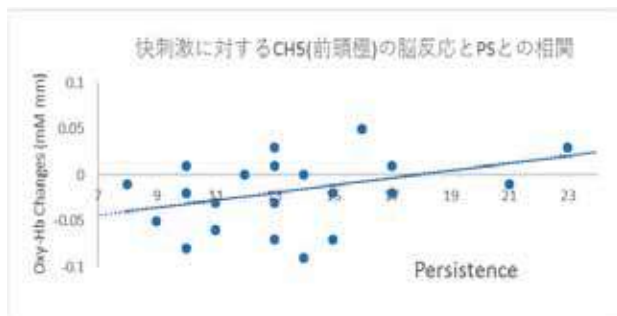
孫怡^{1,2} 星野英一¹ 森本智志¹ 姜娜¹ 寺澤悠理³ 皆川泰代³ 木島伸彦⁴

1. 慶應義塾大学戦略的研究基盤形成支援事業、2. 立命館大学グローバル・イノベーション研究機構 3. 慶應義塾大学文学部、 4. 慶應義塾大学商学部

【概要】感情制御は、感情を喚起するような刺激に対して、意識的または無意識的に自己の感情について多様な認知処理を行うものである。感情制御は前頭葉の関わりが指摘されており (Quirk & Bear, 2006)、個人の性格特性に左右されやすいとの報告もある (Hariri et al., 2000; Minagawa et al., 2009)。個人の性格特性と前頭葉の感情制御についてはこれまで主に Big5 特性との関連から検討されているが、本研究では、Cloninger (1997) により生物学神経基盤に基づき考案された TCI 気質・性格特性を用い、気質・性格特性と感情刺激に対する前頭葉の脳活動との関係を検討した。

【方法】参加者は健康な大学生 22 名 (10 Females, 年齢 Mean=19.91, SD=1.54) であった。感情刺激は、OASIS (Open Affective Standardized Image Set) の中から、参加者と別の 128 名の大学生への web 調査により快/不快/中立刺激写真を各 30 枚選定し、fNIRS 実験で用いた。気質・性格検査には生物学的基盤を有する TCI (Temperament & Character Inventory) の日本語版 (木島ら, 1996) を使用した。TCI は、Novelty Seeking (NS), Harm Avoidance (HA), Reward Dependence (RD), Persistence (PS), Self Directedness (SD), Cooperativeness (CO), Self Transcendence (ST) の 7 特性からなり、参加者は計 140 質問項目にどの程度合致するか自己特性を 5 段階評価で回答した。fNIRS 実験では上述した感情刺激を呈示した際の前頭前野 22ch のヘモグロビン濃度変化量を fNIRS (ETG-4000, Hitachi Medical Co.) で計測した。それぞれの刺激に対するの血流量変化量は、総平均 Oxy Hb ピーク (刺激提示終了時点) 前後 2.5 秒 (5 秒間) の OxyHb 変化量平均値から刺激呈示前 5 秒間の Oxy Hb 変化量平均値の差分で求めた。これを快・不快・中立刺激それぞれで平均値を求めた後、快 - 中立及び不快 - 中立を各参加者の感情刺激による前頭葉活動の指標とした。さらに各人の気質・性格特性とこの脳活動指標との相関を求めた。脳の部位は virtual spatial registration 法 (Tsuzuki et al. 2007) を用いて推定した。

【結果】気質・性格特性と感情刺激に対する脳反応に有意な相関がみられた。快刺激に対しては、前頭極や背外側前頭前野 (d1-PFC) において多くの CH で NS・PS と脳活動指標に正の相関がみられた。不快刺激に対しては左右の前頭極と d1-PFC において ST と脳活動指標に正の相関、右の前頭極と d1-PFC において PS と脳活動指標に正の相関がみられ、左 d1-PFC において RD・PS・SD・CO と脳活動指標に負の相関がみられた。個人の気質・性格特性によって、感情刺激に対する前頭葉制御が異なることが示唆された。



乳児の社会的相互作用における随伴性に関与する脳反応

白野陽子^{1,2}・秦政寛³・蜂須拓^{4,5}・鈴木 健嗣^{4,5}・皆川泰代^{3,5}

(¹慶應義塾大学大学院社会学研究科・²JSPS・³慶應義塾大学文学部・⁴筑波大学システム情報系・⁵CREST, JST)

背景・目的 乳児期の発達において他者との社会的相互作用は重要な役割を果たす。養育者は子どもに対してアイコンタクト、体を撫でる、対乳児音声 (IDS)、子どもの行動に随伴した反応 (随伴性反応) など、多様な社会的信号を用いた働きかけを自然に行っていることが知られており、とりわけ随伴性反応はアイコンタクトと同様に非常に強力な社会的信号であるとされている (Csibra, 2010; Hiraki, 2006)。成人と同様に乳児においても社会的刺激の処理には上側頭溝 (STS) や側頭頭頂接合部 (TPJ) 領域が関わることが報告されているが (Lloyd-Fox et al., 2009)、実際の相互作用場面における社会的信号に対する乳児の脳反応はまだほとんど明らかにされていない (Lloyd-Fox et al., 2015)。そこで本実験では、(1) 社会的に意味のあるポジティブな随伴性反応 (Social-positive 条件)、(2) 社会的に意味のあるネガティブな随伴性反応 (Social-negative 条件)、(3) 社会的に意味のない随伴性反応 (Non-social 条件) に対する左右の STS-TPJ 領域の反応を、近赤外線分光法 (fNIRS) を用いて計測した。

方法 18名の6-8ヶ月児が実験に参加した。実験者である成人女性が乳児の前でIDSによる話しかけを行いながら人形または絵本を呈示した。3つの条件ごとに独立に計測を行ったため、各参加児につき最大で3セッションの計測を行った。各実験はブロックデザインを用い、1種類のターゲット条件 (Social-positive 条件/ Social-negative 条件/ Non-social 条件) がベースライン条件と交互に複数回呈示された。ターゲット条件の時間は20秒とし、ベースライン条件の時間は、20秒または25秒であった。ターゲット条件では実験者は乳児と目があつたら即座に条件別の特定の反応 (Social-positive 条件: 笑いかけ、Social-negative 条件: 顔をそらす、Non-social 条件: 実験者の頭につけたデバイスを白く点灯) を行った。ベースライン条件では、実験者は同様に乳児の顔を見ながらIDSによる話しかけと視覚刺激の呈示を行ったが、乳児と目が合った場合は約3秒後に反応した。つまり、ベースライン条件において実験者は即時的な随伴性反応は行わなかった。fNIRS計測では3×5の22チャンネルのプローブを左右の側頭部に1つずつ配置し、プローブ間隔は2cmとした。

結果・考察 実験の結果、Social-positive 条件において rTPJ 領域 (pSTS または角回) でベースラインからの有意な oxy-Hb の増加が認められた (図1) (注: 本実験はまだ進行中であり、結果は予備的なものであることから、多重比較の補正は行っていない)。さらに、母親との自由遊び場面において母親の顔を見る頻度がより高い乳児は、Social-positive 条件における rTPJ 領域の活動の増加量がより大きい傾向にあることが示され ($r = 0.52, p = 0.08$)、乳児においても、他者の心的状態に対する敏感さと右の TPJ 領域の活動には関連があることが示唆された。Social-negative 条件では、両側頭部においてベースラインからの有意な oxy-Hb の増加は認められなかった。Non-social 条件においては、左右の TPJ 領域でベースラインからの有意な活動の増加が認められた (図2)。しかし、Non-social 条件において oxy-Hb の増加が見られたチャンネルは、Social-positive 条件とは位置が若干異なっており、TPJ 領域の前方 (pSTS または縁上回) に位置していた。成人を対象とした先行研究より、同じ TPJ 領域内でも場所によって機能が分化している可能性が指摘されており (Carter & Huettel, 2013; Kubit & Jack, 2013)、本実験の結果は、TPJ 領域における機能分化が、6-8ヶ月乳児において既に成人と同様に発達していることを示唆するものとなった。

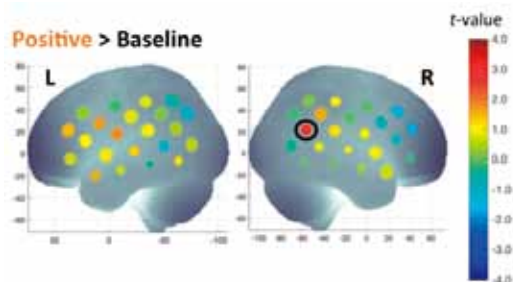


図1. Social-positive 条件におけるベースライン条件からの oxy-Hb 濃度の変化量を表した t-map。丸印は有意な活動の増加が見られたチャンネルを表す。

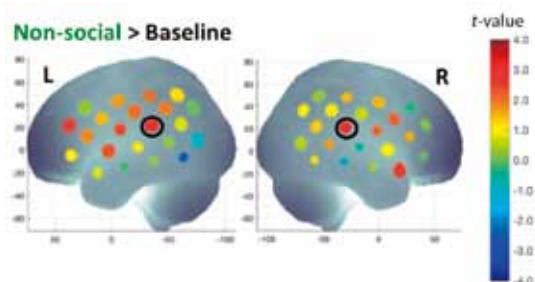


図2. Non-social 条件におけるベースライン条件からの oxy-Hb 濃度の変化量を表した t-map。丸印は特に活動の増加が大きかったチャンネルを表す。

発達脳における機能的クラスタリング

保前 文高^{1,2}、渡辺 はま³、多賀 巖太郎³¹首都大学東京 人文科学研究科 言語科学教室²首都大学東京 言語の脳遺伝学研究センター³東京大学 大学院教育学研究科 発達脳科学研究室

多チャンネルの近赤外光脳機能計測装置を用いることで、脳の領域間の関係性を信号変化の時間相関によって表すことができる。これまでに、睡眠中における乳児の脳の自発活動や音声の提示に伴う機能的な活動を計測して、相関係数をチャンネル間の距離とみなしたクラスタリングを行った結果を報告してきた (Homae et al., 2010; Homae et al., 2011)。乳児間で平均をとった相関係数を用いると、3 か月齢以降では左右相同部位の関係性が強まり、半球をまたいだクラスタを形成していることが見いだされた。本研究では、各チャンネルで計測された信号から、チャンネルごとに指標を求めて、その指標の類似性をもとにした機能的なクラスタリングを行う方法を提案する。

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) を用いて計測したデータを解析対象とした。新生児、3 か月児、6 か月児の睡眠時の自発活動を計測した場合と、睡眠時の 3 か月児に音声を提示しながら計測した場合について、酸素化ヘモグロビン信号と脱酸素化ヘモグロビン信号のそれぞれの時系列から高速フーリエ変換を用いて、パワースペクトルを求めた。周波数帯域ごとのパワーや、対数をとったパワースペクトルの回帰直線の傾きと切片を用いてクラスタリングをすると、3 か月児と 6 か月児では、主として近傍および左右半球にまたがるクラスタを形成し、3 か月児に音声を提示した場合においても、同様のクラスタが現れた。一方で、新生児にはそのようなパターンが顕著には現れなかった。また、左右半球のどちらも前頭葉は側頭葉や頭頂葉から分かれたクラスタを形成する傾向が強く、血流動態を表す信号の特性の違いが解剖学的な境界と一致することを示唆する結果になった。

チャンネルに対してクラスタリングを行うことと同様に、信号値から求めた上記の値を用いて乳児間でグループ化をすることも可能である。個人ごとに現れる特徴をグループとしてどのように表現することができるかについても議論したい。

第二言語処理における推論難易度が前頭部の脳活動に及ぼす効果 の検討

直井望・渡辺健太・石田瞳・森島泰則

国際基督教大学

【目的】

認知心理学的研究から、第二言語 (Second Language, 以下 L2 とする) を使用する際に、一時的に思考機能が低下することが示されている。この現象は外国語副作用 (Foreign Language Side Effect) と呼ばれ、第二言語処理自体は適切に行われ、言語内容の意味理解ができているにもかかわらず、同時並行的に行われるある種の思考機能が低下するという現象を指す (Takano & Noda, 1993)。外国語副作用の機序として、L2 の言語処理は第一言語と比較して認知的負荷が高いことからその処理に認知資源を多く要し、思考作業に配分できる資源が減少することにより、思考機能が低下することが考えられる。この外国語副作用の神経基盤を検討するため、L2 による思考課題遂行中の前頭部の脳活動を functional Near-Infrared Spectroscopy (fNIRS) を用いて計測した。

【方法】

日本語を第一言語とする大学生 15 名が参加した。L2 として英語を刺激として用いた。英語の文章を参加者に視覚提示し、その後文章の内容に関連する難易度の異なる 2 種類の推論課題を L2 で聴覚提示した (各条件 6 試行)。参加者は、この推論課題についてキー押しで正誤判断を行った。推論課題中の前頭部の活動を fNIRS (Spectratech 社, OEG-16) を用いて計測した。参加者の英語の熟達度については、NIRS 計測後に Oxford Quick Placement Test を実施し評価した。L2 処理における推論課題中の酸素化ヘモグロビン濃度の変化量 (oxygenated-hemoglobin, 以下 oxy-Hb) を解析した。

【結果】

推論課題中に有意な oxy-Hb の増加が見られた。推論難易度における前頭部の脳活動の比較から、外国語副作用における認知資源配分に関与する神経基盤を議論する。また、参加者の英語熟達度との関連を検討した結果について報告する。

【引用文献】

Takano, Y. & Noda, A. (1993) A temporary decline of thinking ability during foreign language processing. *Journal of Cross-Cultural Psychology*, 24, 445-462.

P3-1

持続的注意課題時における fNIRS を用いた脳状態の遷移の検討

西澤 美結*, 日和 悟**, 廣安 知之**

*同志社大学大学院生命医科学研究科, **同志社大学生命医科学部

【目的】

人々は日常生活の約 50%の時間を目の前の行為に注意を向けられていない状態で過ごしていると言われている。しかし、自動車運転時や仕事などの作業を行うときは意図的に注意を維持しなければならない。人の注意の持続は時間とともに低下すると言われており、ある標的に意図的に注意を向けていても無意識に注意が逸れる。そこで意図的な注意の持続を促す課題を行い、fNIRS を用いて課題中の脳機能状態の変化を分析した。この状態変化に重要な脳部位が判明すれば、注意の逸れを検出できる可能性があり、自動車運転時の事故防止や作業効率の向上が期待できる。そこで本稿では、機能的結合に着目して、その時間変化を解析することにより注意状態の変化との関係を分析した。

【方法】

注意の持続性を計測する課題として PVT を用いた。計測装置には fNIRS 装置 (ETG-7100 : 日立製作所) を使用し、健常被験者 20 名の課題中の脳血流変化を計測した。得られた脳血流データにバンドパスフィルター (0.01-0.33Hz) をかけ、課題関連の信号を検出した。機能的結合は計測 CH 間の脳血流データの時間的相関によって算出される。機能的結合を算出する区間幅を 10 秒とし、0.1 秒ずつずらしていき、その時間変化を算出した。得られた多数の機能的結合行列に Fisher の Z 変換を行い、エッジ密度 15% で二値化を行った。各被験者の典型的な脳機能状態を 2 種類算出するために、そのすべての区間の機能的結合行列に対して k-mean クラスタリングを行い、GroupA と GroupB の 2 グループに分類した。2 グループの機能的結合行列からグラフ理論解析により CH ごとに他の CH との結合本数を算出した。PVT の行動データは Reaction Time (RT) であり、RT は刺激が提示されてから被験者が反応を示すまでの時間である。GroupA と GroupB の行動データについても検討した。

【結果】

GroupA の RT が GroupB の RT と比較して早かった。また、GroupA と GroupB の両方で左下前頭回の結合本数が高かった。左下前頭回は応答抑制に関与している。よって GroupA と GroupB のどちらの脳状態でも刺激に対して間違った反応をしないよう行動を抑制していると考えられる。GroupA では多くの被験者で左右二次視覚野、右角回の結合本数が高かった。左右二次視覚野は空間的注意、右角回は空間的注意の割り当てに関与している。刺激が出現する場所に対して注意を向け、刺激に対して間違った反応をしないよう行動を抑制していると考えられる。よって GroupA は意図的に注意を向けられていると考えられる。GroupB では多くの被験者で左運動野の結合本数が高かった。左運動野は運動の実行に関与している。刺激に対して間違った反応をしないよう行動を抑制しながらタッピングをしていると考えられる。よって GroupB は GroupA に比べて意図的に注意を向けられていないと考えられる。

【結論】

本稿では機能的結合に着目してその時間変化を解析することにより注意状態の変化との関係を分析した。GroupA と GroupB を脳機能状態と行動データで比較すると GroupA は GroupB に比べて意図的に注意を向けられていることが示唆された。

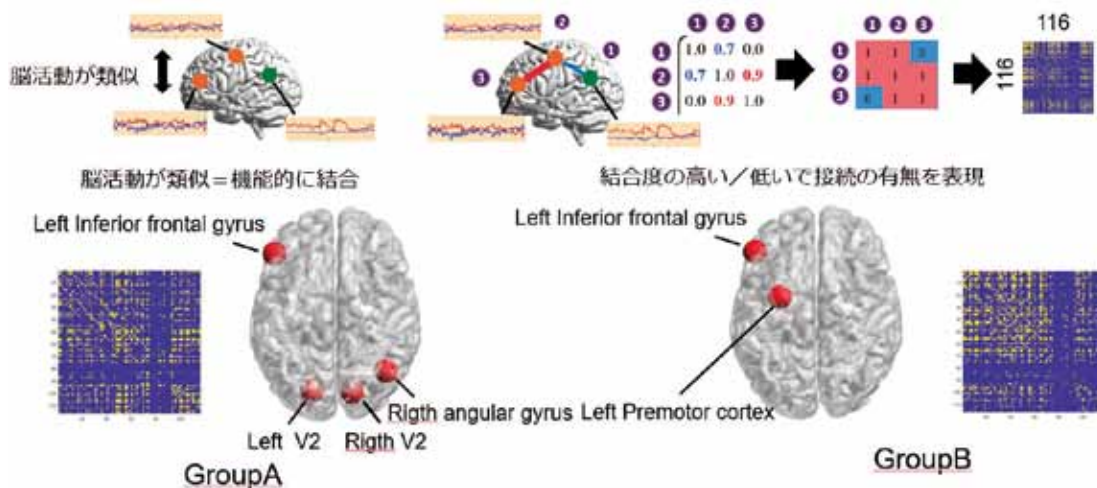


Fig1. GroupA と GroupB の結合本数の高い脳部位

自動車運転動画視聴時の脳活動の fNIRS による検討

中村清志郎*, 日和悟**, 廣安知之**

*同志社大学大学院 生命医科学研究科, **同志社大学 生命医科学部

【目的】

交通事故の9割はヒューマンエラーによって発生している。また、交通渋滞の多くはドライバに起因するものであることが明らかとなっている。これらのドライバに由来する交通問題の解消を目指し、運転支援システムの開発が進められている。特に、システムがメインで運転を行い、必要に応じてドライバが運転する運転支援システム（レベル3）の実現に向けて、ドライバの状態推定を行うことが求められている。本研究の目標は、自動車運転時の脳活動から被験者（運転者）の状態を推定し、運転支援システムの制御に生かすことである。本稿では運転動画を視聴した際の脳活動の計測を行い、直進および右左折時の脳活動を分析した。

【方法】

近赤外分光分析法（functional Near Infrared Spectroscopy: fNIRS）を用いて、被験者5名に対して自動車運転動画視聴時の脳活動を測定した。レスト時（30[s]）は画面中央の「+」を注視し、タスク時（30[s]）にはドライバ目線の自動車運転動画（右折1回、直進2回、左折1回）を提示した。計測装置には島津製作所製 LABNIRS を使用し、前頭部、後頭部（各22ch）の計測を行った。また、被験者に対して自動車の運転頻度・免許取得からの経過年数に関するアンケートを実施した。計測された脳血流量にバンドパスフィルタ（0.006-0.33Hz）をかけ、各レスト・タスク時の積分値からタスク/レスト比を活性度として算出し、各タスク時の活性度上位5chを抽出した。

【結果】

選択されたchから、右折動画鑑賞時は一次視覚野が、直進動画鑑賞時は二次視覚野が活性している傾向が見られた。一次視覚野には方位選択性があると考えられており、右折時の傾きに対して注意を向けている可能性が示唆された。また、二次視覚野の働きの一つとして奥行き知覚に関わることが挙げられることから、直進時は歩行者、対向車の位置関係に注意を向けている可能性が示唆された。今後、個人ごとの活動の違いや各ブロックの違いを被験者の視線を解析し明らかにしていく。

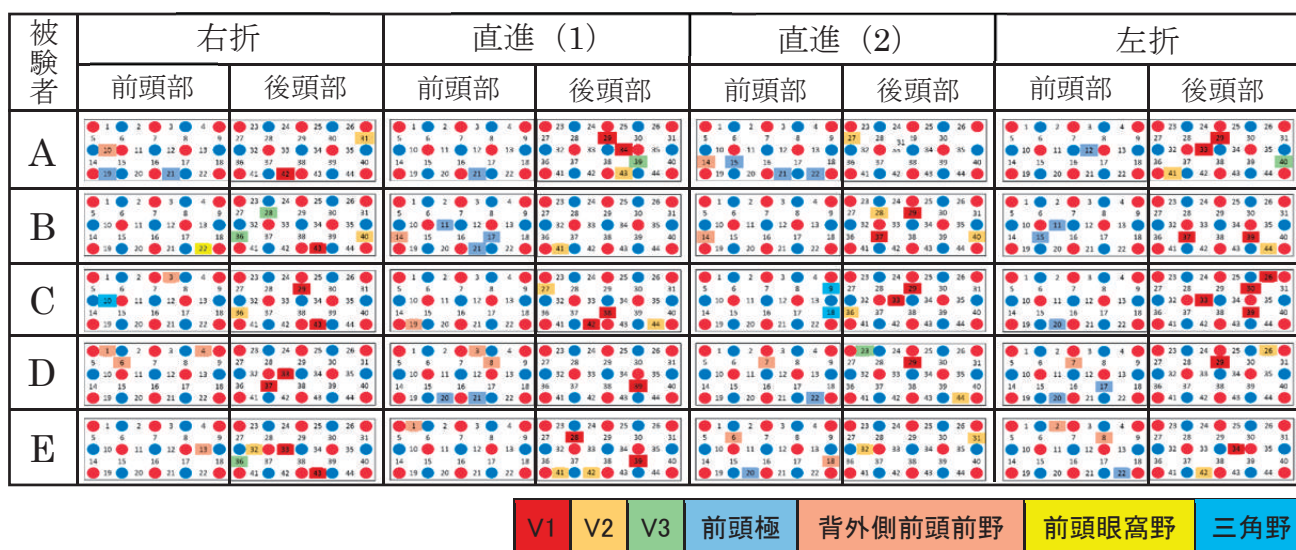


図1 各被験者のタスクごとに選択された活性度上位5chと脳部位

拡散反射光の角度分解計測による2層構造強散乱体の吸収係数識別

兵頭政春¹⁾, 宮平堅介¹⁾, 的場修²⁾, 齋藤伸吾³⁾, 川上彰³⁾, 宮内哲³⁾

1) 金沢大学, 2) 神戸大学, 3) 情報通信研究機構

生体の皮膚表面にビーム状の光を照射し, 生体組織内を伝播した拡散反射光の分光特性を計測することにより, 生体活動や生体機能を非侵襲的に計測することが可能である. この技術は脳血流も非侵襲に計測できるが, 計測結果は皮膚血流の影響を強く受けることが知られている. これまでにマルチディスタンスプローブ[1]を用いることで頭皮血流の影響を分離する技術が存在するが, この方法では多数の光プローブを頭皮に適切に固定する必要があるため, 被験者への負担増となり, また装置の取扱いも煩雑となる問題がある.

筆者らは, 1つのプローブでも生体内部の独立な2層の吸収係数変化を分離して計測できるようにするため, 拡散反射光強度の角度分布情報を利用する手法を初めて提案した[2]. この手法を用いれば上述の問題が解決できるだけでなく, 計測領域での頭皮血流変化の一様性を仮定する必要もないため, 従来よりも少ないプローブ数で脳活動をより正確に計測できるようになる可能性がある. 本研究では, 原理実証研究として, 半無限大の等方的2層構造強散乱体にモンテカルロシミュレーションを適用し, 各層の吸収係数を独立に変化させた場合の拡散反射光の特性を詳細に調べた.

図1はシミュレーションに用いた散乱体の構造の概略図である. 散乱体は頭皮を模した厚さ d の上層, 及び脳活動域を含む深部層を一体として模した十分に厚い下層の2層よりなる. 拡散光の強度分布に円筒対称性を仮定し, 光照射点を中心とする半径 r , 幅 $0.1r$ の円環領域を受光領域とした. 図2は上層と下層の吸収係数を独立に変化させた場合の拡散反射光の放射流束 J のシミュレーション結果である. J_x は J の境界に平行な成分, J_z は境界に垂直な成分を表す. 2層の放射流束の軌跡はそれぞれ傾きの異なる直線にほぼ沿っており, J の変化は2層の吸収係数変化の線形結合として近似的に表現できることがわかる. この結果は, 従来の計測対象である J_z に加えて新たに J_x を計測対象に加えることにより, 2層の吸収係数の変化を分離して計測することが原理的に可能であることを示している.

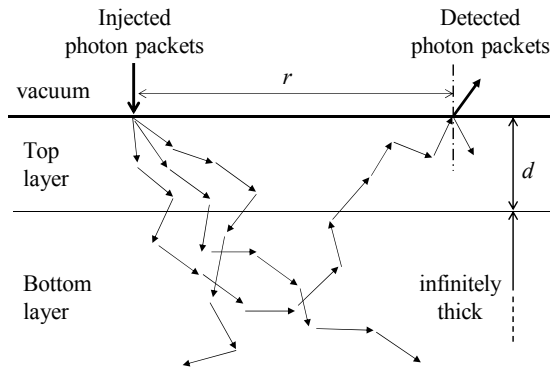


Fig.1. シミュレーションに用いた散乱体の構造の概略.

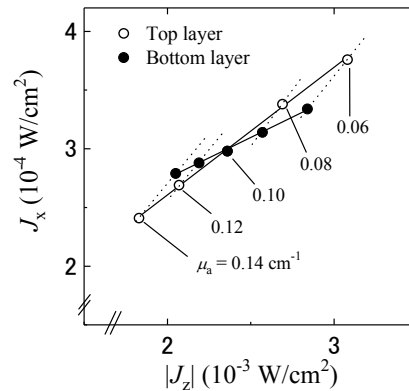


Fig.2. 上層(○)と下層(●)の吸収係数 μ_a の独立な変化に伴う放射流束 J の軌跡. J_x :境界に平行な成分, J_z :境界に垂直な成分. $r = 1.5$ cm, $d = 0.5$ cm.

参考文献

- [1] T. Yamada, S. Umeyama, and K. Matsuda, "Multidistance probe arrangement to eliminate artifacts in functional near-infrared spectroscopy", *Journal of Biomedical Optics* **14** (6), 064034 (2009).
- [2] 兵頭, 笠井, 齋藤, "生体光計測用プローブ装置," 特開 2012-24113 (9, February, 2012).

NIRS を用いた色刺激による生理的影響の検証

山添 崇₁ 櫻井 裕司₁ 東 吉彦₁₁東京工芸大学工学部

はじめに

視覚情報において、色がヒトの心理面に及ぼす影響は少なくない。主に色相の違いによって及ぶ影響も異なっている。これらの心理反応を起因として、一部は生理的影響までその効果が及んでいると考えられている⁽²⁾。一方で生理的影響の詳細がわかっていないにも関わらず、衣類やインテリアの配色、陸上競技用トラックの色の選択などに利用されている。本研究では、色がヒトの生理変化に及ぼす影響を評価することを目的とした。具体的には、運動負荷の後に色刺激の観察を行い、観察時の脳血流変化をNIRSによって計測するものとした。

実験

被験者は、年齢が23歳から19歳の男性8名、女性2名の合計10名とした。環境は約100lxの照度を設定した。機材は、運動負荷にはサイクリングマシンを用いて被験者に運動負荷を課すものとした。色刺激の呈示には、ヘッドマウントディスプレイ(HMD)を用いた。色刺激は赤、青、緑と統制条件のグレーの4色を用いた、各色刺激は約41cd/m²となるように調整した。脳血流変化に計測にはNIRS(OEG-16, Spectratech)を用いた。

手順は次の通りとした。まず被験者は、赤外線プローブを頭部に装着し、リラックス

スチュアに着座した。その後5分間の安静期間を設け、運動に備えた。安静の後に、サイクリングマシンを用いて20分間の運動を行なった。運動の後、被験者は素早くリラックススチュアに再度、着座しHMDを装着し色刺激を5分間観察するものとした。これを1試行として、合計4試行の色刺激観察を行なった。

結果と考察

実験の結果、色刺激観察時におけるオキシヘモグロビン(以後オキシHbと記す)の変化量 $\Delta[\text{Coxy}] \cdot L$ (単位はmMol \cdot mm)を測定した結果、4色全ての刺激でオキシHbの増加が認められた(図1)。統制条件と比較して、有彩色3色の増加量が多い可能性が示唆された。

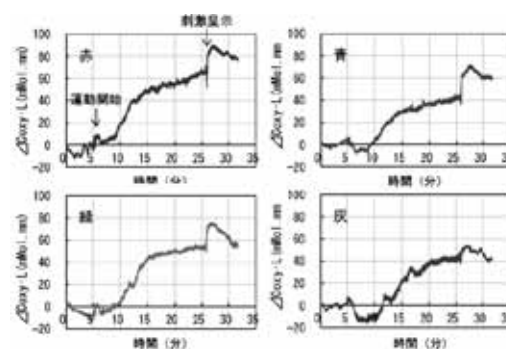


図1 オキシHb 時系列変化

参考文献

- (1) 郭 洋, 百瀬桂子, 齋藤 美穂: 色光の生理的・心理的效果に関する研究, 日本色彩学会誌, 31, 20-21 (2007).

随意運動準備中における運動前野の脳波—近赤外分光法同時計測

座間拓郎¹, 嶋田総太郎²

¹ 明治大学大学院 ² 明治大学

1. 導入

脳波 (EEG) は時間分解能が高く空間分解能が低い一方で, 近赤外分光法 (NIRS) は空間分解能が高く空間分解能が低い. 近年では, 単一計測では損なわれてしまう空間/時間分解能の補完を目的とした EEG-NIRS 同時計測技術が提案されている [1]. EEG と NIRS は被験者への拘束が弱く, 運動課題中の測定が可能である. 運動準備中において, EEG では運動準備電位 (RP) という陰性緩電位が生起されることが報告されており [2], 血流動態研究では運動前野の賦活が報告されている [3]. しかし, 運動準備中における脳波と血流動態反応の関連性は十分に調査されてこなかった. 本研究では, 随意運動準備中の EEG-NIRS 同時計測をすることで, RP と血流動態反応がどのように関連するかを調査した.

2. 方法

16 名の健康な成人が実験に参加した (21.7 ± 0.7 歳 平均±標準偏差). 右手人差し指によるセルフタイミングの単一ボタン押し課題準備中に, 運動感覚野上で EEG と NIRS の同時計測を行った (図 1). EEG

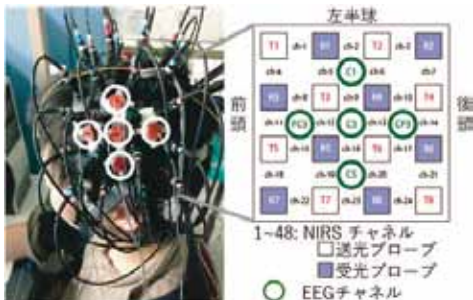


図 1 EEG-NIRS 同時計測キャップ

(g. USBamp, g. tec) は国際 10-20 法に基づく 10ch を (C1, FC3, C3, CP3, C5, C2, FC4, C4, CP4, and C6), NIRS (OMM-3000, 島津製作所) は片半球 24ch を計測した.

3. 結果と考察

右手支配領域上に位置する C3 電極において運動実行の約 1000 ms 前から RP が発生し, 運動の約 900 ms 前から運動前野の賦活が認められた. さらに, 運動前野の活動 (NIRS 信号) と RP (EEG 信号) の振幅変動は運動準備中に相関を示した ($\rho = -0.48, p = 0.03$).

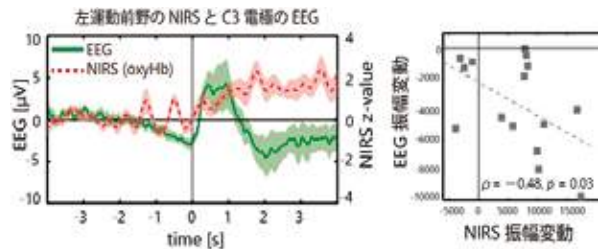


図 2 相関を示した EEG-NIRS 信号

本研究における EEG-NIRS 同時計測により, 運動前野における血流動態反応と RP が運動の約 1 秒前から相関して生じていることが示された.

参考文献

[1] Bießmann et al., IEEE Reviews in Biomedical Engineering, 4, 26-58 (2011).
 [2] Shibasaki & Hallett, Clin. Neurophysiol. 117, 2341-2356 (2006).
 [3] Cunnington et al., Neuroimage 20, 404-412 (2003).

「fMRI-fNIRS を用いた脳深部活動推定のシミュレーションによる検討」

岡田 裕斗 1, 2), 山下 宙人 1)

1) ATR 脳情報解析研究所, 2) 奈良先端科学技術大学院大学

E-mail: yokada@atr.jp

fNIRS は計測の原理上、光の届く範囲である頭表から 2~3cm 程度の深さの大脳皮質表面の活動しか計測できないため、それより深い脳深部の活動の計測ができない。しかし、脳は至る所が機能的に結合しているため、皮質表面の活動も脳深部の活動を反映しており、fNIRS 信号から深部活動を推定できる可能性がある。Liu らは、3 種の認知課題において、fNIRS 信号と深部の fMRI 信号の関係を訓練データから機械学習法により学習することで、深部活動を推定する方法を提案した[1]。しかし、この方法だと訓練データと異なる状況での推定は、汎化性能に欠ける可能性がある。この問題を解決するために、本研究では、fMRI で得られる全脳の安静時機能的結合 (rs-FC) を用いたモデル[2]によって、fNIRS 信号から深部活動を推定する方法を提案し、その可能性をシミュレーションデータにより検証した。

提案方法を用いて、シミュレーションで生成した 44ch の安静時 fNIRS 信号から深部の BOLD 信号を推定する。まず、各送受光プローブ間の光伝播をシミュレーションすることによって求めた各 ch の空間感度分布 (SSP) と実データの BOLD を用いて、fNIRS 信号を生成する。この際、S/N 比を変化させ、推定に必要な S/N 比を求める。この fNIRS 信号に推定モデル[2]を適用して求めた深部の推定 BOLD と真の BOLD の時系列の間の相関値によって評価する。これにより、提案方法による深部推定の上限を見積もる。今回の結果では、小脳 Crus II の一部が特に相関が高く、S/N 比 ≥ 1 であれば相関値 0.5 程度で推定できた。

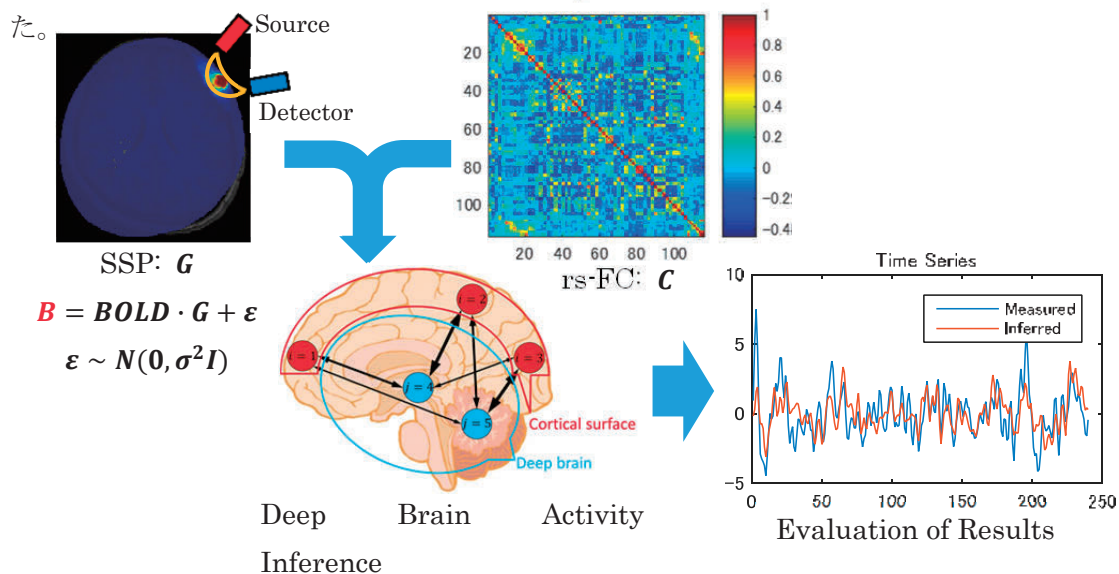


Fig. 1 Process Flowchart

[1] Ning Liu et al., Biomedical Optics Express, 6(3), 1074-1089, (2015).

[2] Michael W Cole et al., Nature Neuroscience, 19, 1718-1726, (2016).

情報秘匿時の脳血流動態反応に関する adaptive GLM 解析

新岡陽光¹ 徳田竜也² 檀一平太² 宇賀美奈子³

¹法政大学人文科学研究科 ²中央大学理工学部人間総合理工学科

³健康科学大学福祉心理学科

問題と目的

嘘(deception)は、我々の生活の至る場面で見られる行為である。心理学や犯罪学の分野では、虚偽検出研究の枠組みで、嘘に伴う生理学的な変化について検討されている。本研究では、近赤外分光法(NIRS)を用いて、嘘の中でも、自分を守るためにしばしば行われる「情報の秘匿(concealment)」について、GLM 解析により前頭-側頭領域における脳血流動態反応との関連を検討する。

方法

研究参加者 大学生、大学院生および社会人の 52 名(男性 28 名、女性 24 名、平均年齢 23.94 ± 2.52 、19-31 歳)。26 名ずつ guilty 群(模擬窃盗を実施)と innocent 群(模擬窃盗を実施しない)に分類。

計測装置 52 チャンネルの NIRS システム(ETG-4000、株式会社日立メディコ)を使用。サンプリングレートは 10Hz で記録。

実験手続き **1. 模擬窃盗**：guilty 群のみ模擬窃盗を実施。部屋の中にある箱に入っているアイテムを盗み出し、盗品を隠しにってもらった。**2. 見本合わせ**：情報秘匿課題において使用する項目について、情報の秘匿とは無関係な刺激特性による脳血流動態反応を統制するために、事前に視覚呈示。**3. 情報秘匿課題**：模擬窃盗に関連する質問(裁決質問)と関連しない質問(非裁決質問)をランダムな順で 60 試行呈示した。1 試行の流れとして、はじめに注視点が 2 秒呈示され、その後、質問文と画像が呈示された。15 秒後、「はい」、「いいえ」の文字が左右いずれかにランダムに出現し、すべての質問について「いいえ」と口頭で答えた後で対応するキーを押して回答した。guilty 群は、裁

決質問について情報を秘匿していることになり、非裁決質問について情報を秘匿していないことになる。一方、innocent 群は、裁決質問、非裁決質問のいずれについても情報を秘匿していないことになる。

脳機能計測における GLM アプローチ

NIRS 計測を用いたヒトの脳機能研究において、fMRI 計測における標準的な解析法である一般化線型モデル(GLM)が適用されるようになってきている。GLM 解析では、時系列データについての回帰式を作成し、血流動態反応関数(HRF)を畳み込むことで生成された基底関数との類似性に基づいて、脳活動を評価する。その際、説明変数と誤差項を線型になるように組み合わせる形で記述される。HRF には、さまざまな時間パラメータが設定されるが、多くの場合 fMRI 計測における解析と同様のパラメータが用いられている。

Uga et al. (2014)は、fMRI 計測における出力信号と NIRS 計測における出力信号の違い等から、最適(adaptive)な時間パラメータを用いた GLM 解析の方法について提案し、検討を行っている。その結果、課題の特性に応じて、最適な時間パラメータは異なり、そのようなパラメータを用いることで、認知課題中の血流動態反応について、理論的にもうまく説明が可能であることを示した。

本研究においても、最適な時間パラメータを用いた GLM 解析を用いて、情報秘匿時の脳血流動態反応についての説明を試みる。また、従来の GLM 解析との比較も行う。結果の詳細については、ポスターにて報告する。

一過性高強度インターバル運動がストループ課題成績と課題関連脳活動に及ぼす影響

邊桐鎬¹、Kujach Sylwester²、兵頭和樹¹、諏訪部和也¹、檀一平太³、征矢英昭¹¹筑波大学²Gdansk University of Physical Education and Sport, Poland³中央大学

近年、高強度インターバル運動は通常の持久性トレーニングより短時間で全身持久力を高めるだけでなく、認知機能の改善にも有効とされ、費用対効果が高い新たなトレーニング法として注目されている。これまで、一過性の高強度インターバル運動による認知機能の向上に関わる脳内神経基盤は検討されていない。そこで、本研究では、一過性の高強度インターバル運動 (High-intensity interval exercise, HIE) モデルを確立し、一過性の HIE が若齢成人の実行機能及びその神経基盤に及ぼす影響を明らかにすることを目的とした。健常な若年者 25 名を対象に HIE 及び安静の 2 条件をランダムに行わせた。HIE 条件では、2 分間 50W 負荷で Warming-up 後、最大運動パワー (Maximal aerobic power: MAP) の 60% 負荷での自転車漕ぎ運動 30 秒と休息 30 秒を 8 セット繰り返した (総運動時間 6 分)。運動前と運動終了 15 分後に実行機能を評価するストループ課題を行い、課題中には機能的近赤外線分光法装置 (fNIRS) により前頭前野の神経活動を測定した。一過性の高強度間欠的運動により実行機能の指標であるストループ干渉の反応時間が有意に短縮した。さらに、ストループ干渉と関わる前頭前野左背外側部の神経活動が有意に亢進し、これはストループ干渉の反応時間の短縮と同時に起こっていることを確認した。一過性の高強度インターバル運動により実行機能が向上し、その背景には実行機能を担う脳部位の神経活動亢進が関与することが示唆された。

低酸素下での運動による実行機能低下とその脳内機構 : fNIRS を用いて

^{1,2}越智元太、^{1,3}兵頭和樹、^{1,2}征矢英昭

¹筑波大学運動生化学、²筑波大学体育系ヒューマン・ハイ・パフォーマンス先端研究センター、³明治安田厚生事業団

【背景】

運動による疲労は脳の認知活動でも起こり（認知疲労）、アスリートの競技パフォーマンス低下の一因となっている可能性がある。この認知疲労の脳内機構はいまだ不明だが、低酸素下での運動時の血中酸素濃度低下（低酸素血症）が脳の局所的な低酸素を招き、実行機能を担う背外側前頭前野（DLPFC）の活動を阻害することで生じる可能性がある。我々は標高 3,500m 相当の低酸素環境（13%酸素濃度）での中強度運動が認知疲労を引き起こすことを見出し、この認知疲労モデルを用いて運動による認知疲労に DLPFC の活動低下が関わるか近赤外線分光法（fNIRS）を用いて明らかにする。

【方法】

健康成人 15 名が運動条件と安静条件を低酸素ガス（13%酸素濃度）を吸引しながらおこなった。10 分間の 50%強度運動もしくは安静の前後に実行機能課題であるストループ課題をおこない、ストループ干渉時間（Incongruent-neutral）を実行機能の指標として評価した。fNIRS を用い、課題中の DLPFC、前頭前野腹外側部（VLPFC）、前頭極（FPA）の酸素化ヘモグロビン濃度変化（ ΔoxyHb ）を脳活動指標として測定した。実験中、動脈血中酸素飽和度（ SpO_2 ）を測定した。

【結果】

運動中の SpO_2 は安静条件と比べて運動条件において有意な低値を示した（安静条件: $90.3 \pm 3.0\%$; 運動条件: $81.7 \pm 5.4\%$ ）。安静条件に比べ運動条件でストループ干渉時間は有意に遅延し、左 DLPFC においてのみ課題中の ΔoxyHb が有意に減少した。ストループ干渉時間が遅延した被験者ほど左 DLPFC の ΔoxyHb は減少した。

【まとめ】

13%酸素濃度の低酸素下での中強度運動による認知疲労は、課題特異的な脳部位の活動低下によって引き起こされることが明らかとなった。 SpO_2 が 80%を下回る標高 5,000m 相当の低酸素環境（11%酸素濃度）では実行機能が低下することから、運動時の低酸素血症が認知疲労に関与している可能性がある。本研究の結果は、運動による認知疲労の脳内機構として低酸素に関連した DLPFC の機能不全を示す初めての知見となる。

小児脳 MRI を対象とした頭表ランドマークと脳特徴点の対応に関する検討

—代数的記述および幾何的解析を用いて—

續木 大介^{1), 2), 3)} 保前 文高^{1), 4)} 多賀 徹太郎²⁾ 渡辺 はま²⁾ 松井 三枝^{5), 6)} 檀 一平太³⁾

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 3) 中央大学 理工学部 人間総合理工学科 応用認知脳科学研究室
4) 首都大学東京 言語の脳遺伝学研究センター 5) 富山大学大学院 医学薬学研究部 (医学) 6) 金沢大学 国際基幹教育院

【目的】近年、乳幼児の脳機能や、発達期の児童の学習機構の解明を目的とした fNIRS 研究が、広く行われるようになった。また、その一方で、成人とは異なる乳幼児特有の頭部および脳の解剖学的特徴を明らかにすべく、小児 MRI を対象とした形態解析が盛んに行われている。経頭蓋脳機能計測法である fNIRS においては、計測箇所となる脳表のチャンネルの座標をスタンダード環境で直接記録することが困難であるため、計測チャンネルとなる脳表の領域を空間的に推定する手法が有効である。しかし、現状として、乳児の頭表と脳表の空間的な対応の記述という点では、いまだ知見が十分に蓄積されていない。そこで本研究では、乳幼児を対象とした fNIRS 計測における脳表チャンネルの空間解析を想定し、乳児の頭表における国際 10/10 ランドマークと脳の特徴点との対応について、代数的手法を用いて記述することを試みた。さらに、脳の各特徴点の座標を参照し、脳の全体的な形態特性と、発達に応じた形状の推移に関する解析を行った。

【方法】生後 3-22 カ月齢の乳児 16 名 (月齢: 11.06 ± 5.5 , 男児 10 名, 女児 6 名) の T1 強調 MRI データ (TE = 6 ms, TR = 35 ms, flip angle = 35° , nex = 1, FOV = 256 mm, matrix size = 256×256) を対象として、独自に定義した全脳 40 点 (20 点/半球) の特徴点 (図 1) を、複数の評定者によって同定し、座標を記録した。次に、各々の MRI

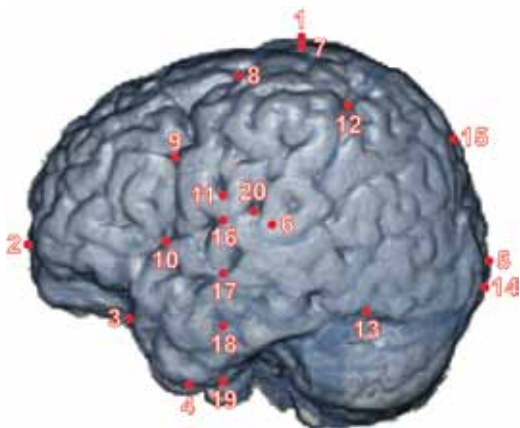


図 1. 本研究で定義・同定した脳特徴点

から頭表を抽出し、それらの頭表における国際 10/10 ランドマークの座標を、自家製プログラムによって算出した。そして、脳の各特徴点を、近傍 3 点の頭表 10/10 ランドマークの座標を用いた 3 つのベクトルの合成によって記述し (図 2)、一般的なボクセルベースの非線形ワーピングとは異なる、いわば複数の参照点による相対的標準化を試みた。また、脳の特徴点の座標を用いたプロクラステス解析と、特徴点間のユークリッド距離による形態解析を行った。

【結果・考察】算出した全ての頭表 10/10 ランドマークと脳の特徴点を、12 ヶ月児頭部アトラスにプロジェクションし、隣接する 10/10 ランドマーク同士の距離と、脳の各特徴点の MRI 間でのばらつきをアトラス上で比較したところ、すべての特徴点におけるばらつきが、10/10 ランドマーク同士の距離を下回る結果となった。これは、複数の頭表 10/10 ランドマークの座標を参照して脳の特徴点を記述する手法の有効性を示唆している。また、特徴点の座標を用いたプロクラステス解析とユークリッド距離を用いた形態解析を行った結果、乳児の頭部は、発達に伴って左右よりも前後方向に伸びる傾向が示された。本研究の結果は、多チャンネル fNIRS を用いて皮質応答を計測する際の、脳の解剖学的構造に対する頭表参照点の提供につながるものであるとともに、構造発達のモデルに基づいた空間解析手法の拡張を実現する有益な知見であると考えられる。

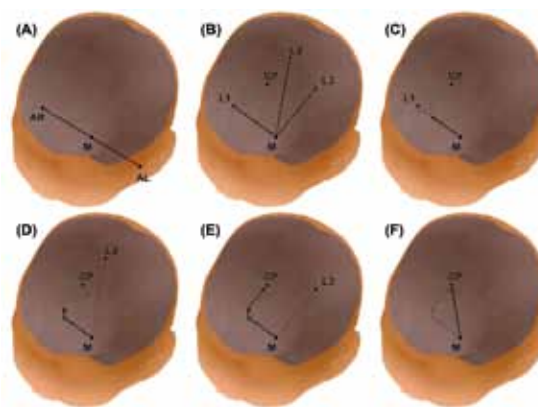


図 2. 小児頭表ランドマークの座標を用いた脳特徴点の合成ベクトル表現



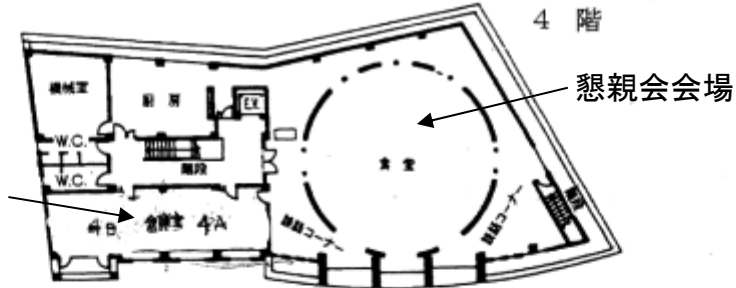
第20回 日本光脳機能イメージング学会 学術集会会場 星陵会館

施設案内 (各階平面図)



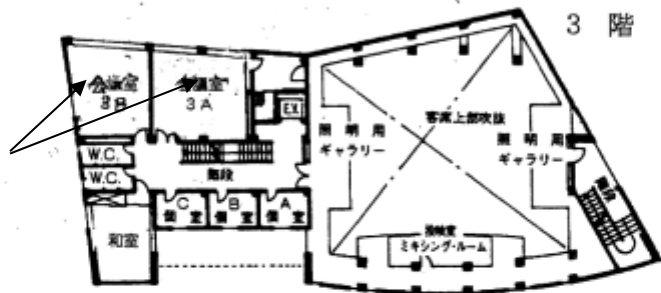
4 F

ポスター会場 P1
4A,4B会議室



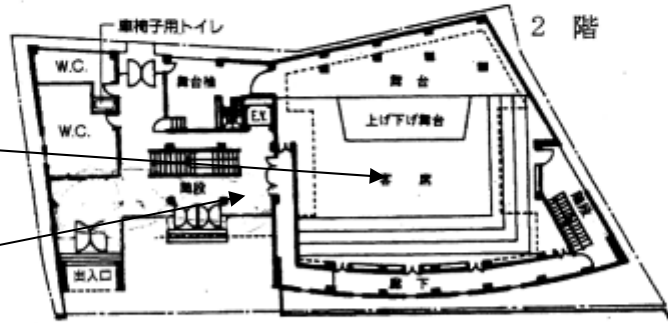
3 F

ポスター会場 P2
3A,3B会議室



2 F

講演会場
ホール
企業展示

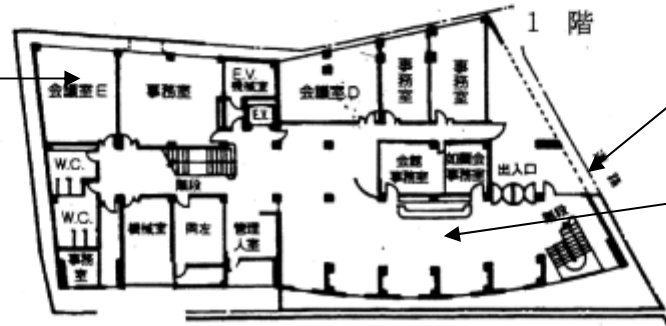


1 F

控え室

入り口

受付



交通のご案内

地下鉄有楽町線、 半蔵門線、南北線	地下鉄千代田線	地下鉄南北線	地下鉄銀座線、丸 の内線
永田町駅下車6番 出口	国会議事堂前駅 下車5番出口	溜池山王駅下車(国会 議事堂前駅5番出口)	赤坂見附駅下車
徒歩3分	徒歩5分	徒歩5分	徒歩7分

※駐車場がありませんので自家用車でのご来館はご遠慮ください。

