

第 23 回 一般社団法人 日本光脳機能イメージング学会
オンライン学術集会

「fNIRS 技術の未来」

開催日時

2021 年 7 月 17 日 (土) 10 時 00 分～17 時 15 分

参加費

一般 4,000 円, 学生 2,000 円

第 23 回大会長 : 山田 亨 (産業技術総合研究所)
理事長 : 渡辺 英寿 (厚生労働省)
副理事長 (事務局代表) : 酒谷 薫 (東京大学)
問合せ先 (E-Mail) : jofbis@gmail.com

本プログラム (PDF 版) の利用方法

本プログラムは、各演題名にリンクが設定されています。

クリックすると、該当する抄録へ飛ぶことができますので、ご活用ください。

質疑方法説明資料:

1) 音声で質問する場合

①リアクション をクリックし、現れた ②手を挙げる をクリックして、座長の指名を待ち下さい。指名された後、③ミュート解除 をクリック後に質問してください。



予め③ミュート解除の左脇の ^ をクリックで現れるウィンドウの「スピーカー&マイクをテストする」でマイク機能をテストしておいて下さい。

2) チャットで質問する場合

①チャット をクリックするとチャットウィンドウが開きますので、その最下部の②ここにメッセージを入力します に質問を入力後、リターンキーを押して送信し、座長が質問を講演者に伝えるのを待ち下さい。



講演時間の都合ですべての質問に対応できない場合があることを、予めご了承下さい。

質疑方法説明資料:

1) 音声で質問する場合

①リアクション をクリックし、現れた ②手を挙げる をクリックして、座長の指名をお待ち下さい。指名された後、③ミュート解除 をクリック後に質問してください。



予め③ミュート解除の左脇の ^ をクリックで現れるウィンドウの「スピーカー&マイクをテストする」でマイク機能をテストしておいて下さい。

2) チャットで質問する場合

①チャット をクリックするとチャットウィンドウが開きますので、その最下部の②ここにメッセージを入力します に質問を入力後、リターンキーを押して送信し、座長が質問を講演者に伝えるのをお待ち下さい。



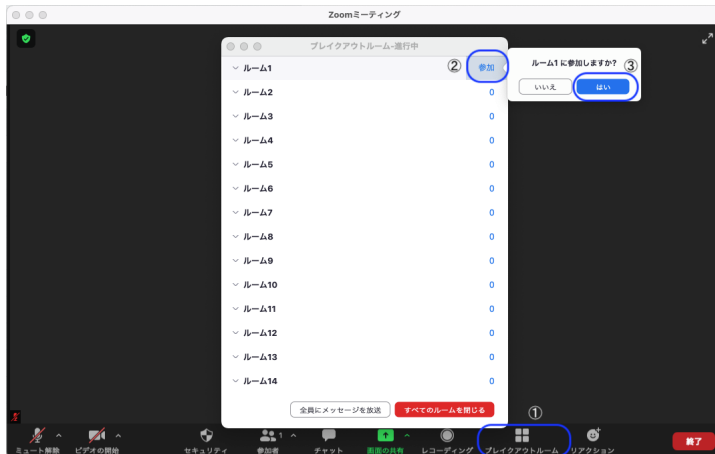
講演時間の都合ですべての質問に対応できない場合があることを、予めご了承下さい。

ポスタールーム移動方法説明資料

招待講演後の休憩時間中にポスタールームが開設されます。

①ブレイクアウトルーム をクリックするとポスタールームのリストが現れます。

聴きたい発表のポスタールームの右端②をクリックし、③はい をクリックして下さい。



別のポスタールームに移動したい場合は、①ブレイクアウトルーム のクリックから同様の手順で別のルームに参加して下さい。

ポスター発表者の方へ

- ・発表時間を以下のように振り分けます。

15:40 から 奇数番号

16:20 から 偶数番号

- ・開始時間までに自分の番号のルームに移動して発表資料の共有を済ませて下さい。

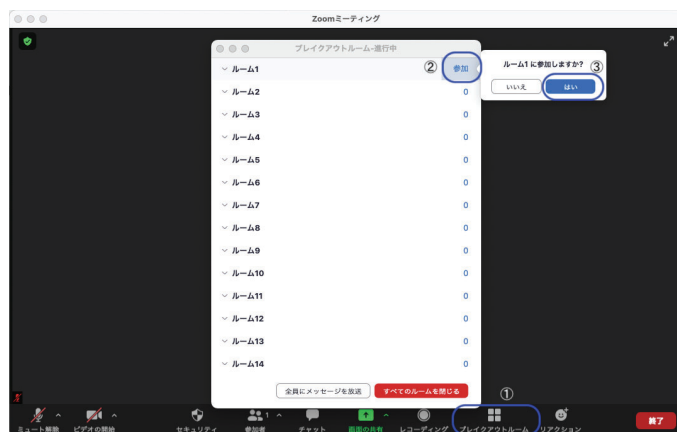
- ・座長は設けませんので、持ち時間中は自由に説明、質疑等を行って下さい。

ポスタールーム移動方法説明資料

招待講演後の休憩時間中にポスタールームが開設されます。

①ブレイクアウトルーム をクリックするとポスタールームのリストが現れます。

聴きたい発表のポスタールームの右端②をクリックし、③はい をクリックして下さい。



別のポスタールームに移動したい場合は、①ブレイクアウトルーム のクリックから同様の手順で別のルームに参加して下さい。

ポスター発表者の方へ

・発表時間を以下のように振り分けます。

15:40 から 奇数番号

16:20 から 偶数番号

・開始時間までに自分の番号のルームに移動して発表資料の共有を済ませて下さい。

・座長は設けませんので、持ち時間中は自由に説明、質疑等を行って下さい。

第 23 回 日本光脳機能イメージング学会 オンライン学術集会 「fNIRS 技術の未来」

(メインルーム)

10:00-10:10 開会あいさつ 理事長 渡辺英寿

10:10-11:00 大会長講演 座長：渡辺英寿 厚生労働省

「fNIRS 技術の現在」

山田 亨 産業技術総合研究所 人間情報インタラクション研究部門

11:00-12:00 教育講演・ワークショップ 座長：山田幸生 電気情報大学

「手軽に fNIRS データ解析：Open PoTATo」

川口拓之 産業技術総合研究所 人間情報インタラクション研究部門
(11:30-12:00 ワークショップ)

12:00-13:00 企業によるランチョンセミナー

各社 5分報告、3分質疑 5社発表後 質問時間を設けます

(株)スペクトラテック・(株)フィジオテック・アーカイブティップス(株)

(株)島津製作所・富士フイルムヘルスケア(株)

13:00-15:30 招待講演 座長：山田 亨 産業技術総合研究所

1) 拡散光トモグラフィ法による脳機能研究

山下宙人 国際電気通信基礎技術研究所 脳情報解析研究所
理化学研究所 革新知能統合研究センター

2) 硬膜下に埋植可能なフレキシブル多機能センサを用いた
病態性脳活動計測の試み

井上貴雄 山口大学 医学部 先進温度神経生物学講座

3) 脳損傷後の機能回復と神経可塑性：サル脳損傷モデルを用いた研究

肥後範行 産業技術総合研究所 人間情報インタラクション研究部門
ニューロリハビリテーション研究グループ

15:30-15:40 休憩 (ポスタールームへの移動手順の説明)

(各ポスタールーム)

15:40-17:10 ポスター発表

(メインルーム)

17:10-17:15 閉会あいさつ 副理事長 酒谷 薫

終了

一般演題 ポスター発表

- 1) 加算平均手法との比較による fNIRS 解析における GLM 法の有効性評価
ビー・アール・システムズ株式会社、株式会社 スペクトラテック
大山哲司、川口文男
- 2) 近赤外光による閉眼時眼位と瞳孔径の計測法の開発
関西医科大学生理学講座
宮内哲，川上彰，小寺正敏，兵頭政春，堀田健仁，今淵貴志，
プリマ・オキ・ディッキ
- 3) 高齢カトニアの症状変化による前頭機能の変化
1) 信州大学医学部附属病院 精神科、2) 信州大学医学部精神医学教室
3) あづみ野メンタルクリニック、
4) 信州大学医学部附属病院 臨床検査部 バイオバンク信州
中村敏範 1)、篠山大明 2)、鬼頭恒 3)、黒岩直美 4)、萩原徹也 2)、
鷲塚伸介 2)
- 4) 血流動態関数の差を考慮した母子間 fNIRS 同時計測データ解析
*1: 慶應義塾大学 グローバルリサーチインスティテュート
*2: 慶應義塾大学 文学部
森本智志*1、皆川泰代*2
- 5) 脳 NIRS 信号の拍動成分の解析法
東海大学 理系教育センター（情報教育センター）、東海大学医療技術短期大学
看護学科、東海大学 医学部 看護学科、
東海大学医学部 内科学系（神経内科）
栗田太作、灰田宗孝、沓澤智子、瀧澤俊也
- 6) 健常者における心理社会的ストレス反応と個人特性の関係 -NIRS を用いた研究-
株式会社ファンケル 1) 、慶應義塾大学 2)
山岡香央 1) 魚津伸夫 1) 由井慶 1) 星野英一 2)
- 7) 立位姿勢制御時の脳活動計測～oxyHb 値と deoxyHb 値の変化について～
東京都立大学 人間健康科学研究科 理学療法科学域
熊井 健、酒井 克也、後藤 圭介、森川 健史、柴田 恵一郎、池田 由美

- 8) 抑制課題と音楽二重課題時における前頭前野の賦活状態について健常成人を対象とした fNIRS による検討
1) 木沢記念病院・中部療護センター、
2) 岐阜大学大学院医学系研究科脳病態解析学
奥村由香¹⁾、松本 淳¹⁾、澤村彰吾²⁾、矢野大仁¹⁾²⁾、池亀由香¹⁾、
槇林 優¹⁾篠田 淳¹⁾²⁾
- 9) 早産児における経時的脳循環代謝指標と短期予後との関連
東京医科大学 小児科・思春期科学分野
奈良 昇乃助、羽生 直史、前田 朋子、西袋 麻里亜、西端 みどり、菅波 佑介
- 10) 乳児における音楽テンポ変化の知覚 ―機能的近赤外分光法による検討―
芝浦工業大学大学院 理工学研究科
大貫絢加
- 11) fNIRS における脳活動の空間的拡がりを考慮した多重比較補正法の提案
芝浦工業大学 大学院 理工学研究科
藤田麻瑚
- 12) 自己選択により実行したワーキングメモリ課題に伴う前頭極の活動
芝浦工業大学大学院 理工学研究科
佐藤大樹
- 13) EEG-fNIRS 縦断計測による早産児の脳発達
1 名古屋大学大学院医学系研究科小児科、2 東京大学大学院教育学研究科
3 名古屋大学医学部附属病院総合周産期母子医療センター新生児部門
4 名古屋大学大学院医学系研究科障害児（者）医療学寄附講座
白木杏奈¹、城所博之¹、渡辺はま²、多賀巖太郎²、光松孝真¹、
隈井すみれ¹、鈴井良輔¹、澤村文¹、川口将宏¹、鈴木健史¹、牧祐輝¹、
山本啓之¹、中田智¹、佐藤義朗³、早川昌弘³、夏目淳¹、4
- 14) 共同作業時の記録に関わる神経機構
*1: 慶應義塾大学 グローバルリサーチインスティテュート
*2: 慶應義塾大学文学部
星野英一*1、徐鳴鎬*1、森本智志*1、皆川泰代*2
- 15) 骨盤底筋随意収縮時の脳活動
東京都立大学 健康福祉学部 理学療法学科
神尾博代、池田由美、来間弘展

fNIRS 技術の現在

産業技術総合研究所 人間情報インタラクション研究部門 山田 亨

1977 年の Jöbsis の論文[1]に始まる機能的近赤外分光計測(fNIRS)は、非侵襲・低拘束な脳活動計測技術として、現在まで、光源/検出素子、信号検出技術、データ解析技術、小型化などの面で多くの試みと改善がなされ、人間研究分野を中心に応用領域は広がりを見せている。しかし私見ながら筆者は、現在の一般ユーザー向けの機器には幾つかの未解決の本質的課題があると考えている。本会では、それらの課題と応用上の影響を概観し、改善のための諸提案にも触れた上で、共に fNIRS 技術の未来を考えてみたい。

fNIRS の存在意義である非侵襲・低拘束での探索的計測を行う上で、特に重要な課題は 1) プローブ揺動による信号変動、2) 皮膚血流変化の影響、3) チャンネル密度の低さ、4) 毛髪量による雑音格差、と考えられる。

【プローブ揺動による信号変動】は、ごく短時間のスパイクやその前後のベースラインの変動となって現れるため容易に識別可能である。これらを検出・除去し、データ補間する手法[2]や偏光を用いて光学的に除去する技術[R(14)]、さらには揺動を原理的に最小化するプローブ設計の試みなどがある。

【皮膚血流変化の影響】は、正常な生理現象に起因するため如何なる計測データにも確実に内在する。その影響による信号変動は特定の脳機能領域に限らず遍在することが多く、その性質を利用して主成分分析[R(29)]や独立成分分析[R(42)]が有効な場合がある。近距離に増設したプローブで皮膚由来の信号変動を同時計測して成分除去する手法[R(6, 21, 22, 34-37, 39)]や、皮膚血流と脳活動血流でのオキシ、デオキシヘモグロビン間の相関の違いを用いて成分分離する手法[R(18, 43)]も提案されている。

【チャンネル密度の低さ】は、計測対象であるヒト脳の機能局在が大きく見積もっても 10-15mm 単位であるのに対して装置のチャンネル間隔が 30mm であるために、隙間に位置する脳活動の信号見落としを招く。チャンネル間隔を高めるために従来の正方格子状のプローブ配置を二重格子にする手法[3]や、照射/検出を兼ねるプローブを三角格子状に配置する手法[4]が現在までに提案されている。

【毛髪量による雑音格差】は、毛髪で受光量が乏しいチャンネルで、装置検出回路の電圧レンジに合うように微弱信号を初段増幅するために検出雑音比の増大が生じ、統計検定の困難などをもたらす。全チャンネルの受光量が等しくなるように照射光量や受光効率を制御する方法が提案されている[5]。

提案技術の中にはデータ解析段階で実施可能なものも多数あり、本会の教育講演で紹介する Open PoTATo はそのための簡便なツールを提供できる。また装置改善を前提とする手法では今後も企業の尽力をお願いしたい。上記課題を克服した fNIRS 技術をユーザーに届けることができれば、本会の招待講演で示される分野を含めて、より広い領域で簡便に信頼性の高い fNIRS が利用される未来があると、筆者は期待している。

引用文献

- [1] Jöbsis F F, Science, 4323 (198), 12654-7 (1977). [2] Chiarelli A M, et al., Neuroimage 112, 128-137 (2015).
- [3] Yamamoto T, et al., Phys. Med. Biol., 47, 3429-40 (2002). [4] Yamada T, et al., Sci. Reports, 8, 11941 (2018).
- [5] Yamada T, et al., Proc. of SPIE, 10051, 1005118, (2017).
- [R(n)] Yamada T, J. Rehabil. Neurosci., 19, 10-21 (2019). nはこの総説における引用文献番号を示す。

手軽に fNIRS データ解析: Open PoTATo

川口拓之

産業技術総合研究所 人間情報インタラクション研究部門

Open Platform of Transparent Analysis Tools for functional near infrared spectroscopy (通称 Open PoTATo)は fNIRS データ解析の多彩なツールを統合的に活用できるソフトウェア(=プラットフォーム)であり、インターネットで無償配布されているオープンソースソフトウェアである[1]。Mathwork 社の製品 MATLAB(有償で別途必要)で動作し、Windows, Mac, Linux で使用できる。Open PoTATo は、株式会社日立製作所で開発されたソフトウェア Platform for Optical topography Analysis Tools (通称 POTATo)[2]を基に産業技術総合研究所で開発され、信号前処理、統計解析、可視化など様々な機能を備えている。特に、fNIRS 装置のメーカー、ベンダー各社のご協力により多様な機種からのデータ読み込みができるようになったことは、Open PoTATo の大きな特徴である[3]。また、日本語マニュアルが充実していることも特徴の一つとして挙げられる(英文マニュアルは準備中)。Open PoTAT は解析初心者からエキスパートまで活用できる。初心者向けの特徴的な機能として「レシピ」がある。「レシピ」機能では、多様な解析ツールを組み合わせた手順を保存・共有できる。例えば、解析に詳しい研究者が作成したレシピを共有すれば、初心者でも容易に解析ができる。また、「プラグイン」により機能を拡張することもできるため、解析のエキスパートは独自の解析を Open PoTATo の機能に組み込むことができる。本講演では、Open PoTATo の概要とともに、ハンズオンによって Open PoTATo の操作などを紹介する。Open PoTATo が fNIRS のユーザーコミュニティの活性の一助となれば、幸甚である。

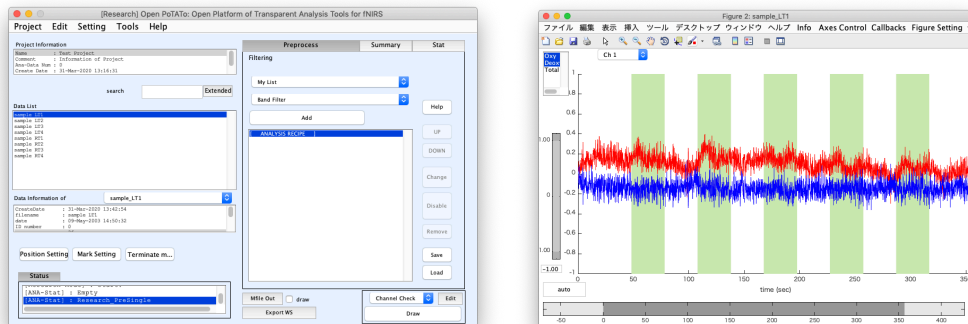


図 1 Open PoTATo のインターフェース(左)とデータ表示の例(右)

文献)

[1] Open PoTATo 配布サイト <https://github.com/hkwgc/open-potato>

[2] Sutoko et al., Neurophotronics, 3(1), 010801 (2016)

[3] Open PoTATo Add-on リンク集 <https://github.com/hkwgc/open-potato-add-on-lists/blob/master/list-add-on.md>

研究目的用 functional NIRS 装置のご紹介

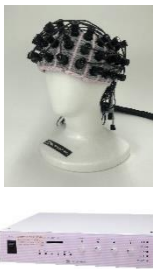
株式会社スペクトラテック

www.spectratech.co.jp

弊社では脳科学の研究者向けに、前頭部専用の Spectratech OEG-16H、全頭対応型の Spectratech OEG-17APD、臨床研究向けの医療機器 Spectratech OEG-17ME を取り揃えています。

いずれの機種も外乱ノイズ除去に定評のある弊社独自技術のスペクトラム拡散(CDMA)光変復調技術、センサー先端には SNR(信号対雑音比)を飛躍的に高める同じく弊社独自技術の ITO(Indium Tin Oxide)膜を使った ITO-Shield 技術を採用し高品質の測定を可能にしています。

加えて f NIRS の国際規格 IEC80601-2-71 に従った国際標準ファントムにて性能確認がされており信頼性が担保されています。さらに医療機器の基礎安全基準 IEC60601-1 に準拠あるいは適合しており十分な安全が確保されています。安心してご利用いただけます。

機種	Spectratech OEG-16H	Spectratech OEG-17APD	Spectratech OEG-17ME
			
用途	研究目的用	研究目的用	臨床研究用 医療機器
測定部位	前頭部専用	前頭部、側頭部、 頭頂部、後頭部	同左
計測 Ch 数	16ch	17～57ch	17～51ch
測定項目	オキシヘモグロビン変化 デオキシヘモグロビン変化 トータルヘモグロビン変化	同左	同左
サンプリング速度	0.65 秒または 0.081 秒	同左	同左
皮膚血流除去機能	標準装備	同左	——
パソコンとの接続	USB2.0	LAN (Wi-Fi 付)	LAN
外部トリガー入力	2 系統	同左	同左
汎用アナログ入力	——	3 系統	同左

軽量/小型ポータブル式 NIRS システム 【Artinis】

Artinis 社が提供する NIRS デバイスは、日進月歩である半導体および無線技術開発と、ヒューマンインターフェースデザインの融合により設計され、研究者においても、また被験者にとっても心理的・身体的なストレスから解放されるポータビリティを実現しました。

NIRS デバイスはワイヤレスで PC と通信され、リアルタイムにモニタリング計測します。またデバイスに実装されているメモリにもデータロギングできるので、無線の届かないエリアやダイナミックロケーションにおける計測実験にも対応します。複数デバイスを同時に扱う事もでき、対話など相関も観察しやすい点も有用です。様々なニーズに設計された豊富なデバイス選択肢は、脳活動に限らず、筋肉組織の活性化などをモニタリングできる手段としても有用です。

心理学実験に不可欠な被験者および験者のキー操作やボタンイベント入力、アイトラッキングシステム、POLHEMUS などの外部装置、PsychoPy 等からのイベント入力、また閾値イベントなども可能とします。取得データはフィルタリングや周期化（サイクル）表示、統計解析も可能です。また、国立研究開発法人 産業技術総合研究所が提供する解析ソフトウェア【Open PoTATo】プラグインも無償で提供しております。artiniNIRS システムはテキスト出力や多彩な外部ソフトとの連携も可能とし、リアルタイムプラグインや実験に便利な各種アクセサリも取り揃えています。



ランチョンセミナー企業紹介
株式会社島津製作所

題目 「fNIRS 研究の共創、協働への取組紹介」

演者 島津製作所分析計測事業部バイオ臨床ビジネスユニット 四方田聡

島津製作所の共創、協業へのあらたな取組の発信拠点としてヘルスケア R&D センターを京都本社に開設しました。fNIRS 専用ラボでは生体計測、解析技術の新たなアイデアの創出やソリューションをユーザと共創していきます。fNIRS 研究の現在の協業の成果もあわせて紹介いたします。

タイトル： 拡散光トモグラフィ法による脳機能研究

演者名： 山下宙人 1) 2)

1) ATR 脳情報解析研究所、2) 理化学研究所革新知能統合研究センター

E-mail: oyamashi@atr.jp

我々のこころ・意識がどのように生み出されているのか？我々はどのように外界を認識、行動を行っているのか？脳を計測することによるその謎に迫ろうとするのが神経科学であり、その一分野が脳機能研究である。ヒトを対象にした脳機能研究では、fMRI や脳波や脳磁図、fNIRS などの非侵襲計測法を用いて、課題中の脳活動を計測し、その活動がどこでどのようなタイミングで起こっているかを特徴づける。fNIRS は赤ちゃんから大人まで被験者を限定しない簡便な脳計測法としてヒト脳機能研究に活用され、多くの研究成果が報告されてきた。しかし、fNIRS データをそのまま用いた分析法（トポグラフィ法）では、脳解剖上の位置が正確にわからず、光路長の不定性のため定量的解析が難しいなど、問題点も指摘されている。拡散光トモグラフィ法は、fNIRS データと計算アルゴリズムを用いて脳内活動を 3 次元画像再構成する方法であり、fNIRS の技術的問題点を解決する方法として研究が進んできた。2001 年に Bluestone らが初めて 3 次元画像再構成に成功し、2014 年には ワシントン大学の Culver らが 1000 チャネル以上からなる大規模な計測系を用いて大脳皮質の 3 分の 2 の領域を画像化可能な拡散光トモグラフィ法を発表した。著者らのグループでは 2010 年以来、独自の画像再構成アルゴリズム・階層ベイズ画像再構成アルゴリズムを用いた拡散光トモグラフィ法の研究を行ってきた。2012 年にスパース推定の技術を導入することによりプローブ間隔 18 ミリよりも小さい 10 ミリ離れた 2 つの吸収体を分離できることを示した ([1])。その後、ヒト脳活動推定用にアルゴリズムを拡張 ([2]) し、運動課題時の活動局在解析において既存法のミニマムノルム法よりも擬陽性が少ないこと ([3] [4])、安静時の脳機能結合解析においてラン間再現性および fMRI 機能結合との類似度が高いことを示した ([5])。本講演では、拡散光トモグラフィ法の基本的なアイデアと、我々のグループが行った階層ベイズ画像再構成アルゴリズムを用いた一連の研究について紹介する。

参考文献

- [1] T. Shimokawa et al., Opt. Express, vol. 20, no. 18, pp. 20427-46.
- [2] T. Shimokawa et al., Biomed. Opt. Express, vol. 4, no. 11, pp. 2411-32.
- [3] O. Yamashita et al., J. Adv. Comput. Intell. Informatics, vol. 18, no. 6, pp. 1451-1455, 2014.
- [4] O. Yamashita et al., Neuroimage, vol. 135, pp. 287-299, Jul. 2016.
- [5] T. Aihara et al., Front. Neurosci., 14, 32, 2020.

硬膜下に埋植可能なフレキシブル多機能センサを用いた病態性脳活動計測の試み

井上 貴雄¹、山川 俊貴³、庭山 正嗣⁴、岡 史朗²、杉本 至健²、野村 貞宏²、鈴木 倫保¹

¹ 山口大学医学部先進温度神経生物学、² 山口大学医学部脳神経外科、³ 熊本大学工学部情報電気工学科、⁴ 静岡大学工学部電気電子工学科

背景

重症の脳卒中や頭部外傷においては、制御困難な頭蓋内圧の著しい上昇が転帰不良と相関する。その認識の広まりを受け、本邦における「重症頭部外傷治療・管理のガイドライン」では、重症頭部外傷例に対し頭蓋内圧センサの留置による持続的頭蓋内圧モニタリングによる、病態把握が推奨されている。しかしながら、頭蓋内圧センサを駆使した急性期モニタリングが治療成績の向上に反映されているとは言い難く、厚生労働省の保険診療の認可を得ながら、国内での頭蓋内圧モニタリングの普及には至っていない。この背景には、頭蓋内圧の著しい上昇だけでない予後の悪化が存在し、それゆえにモニタリングによる明確な治療指標を確立できていないことが原因の一端として存在している。そこで、本研究では、脳圧、脳波、脳血液量、脳温、脳組織酸素分圧といった複数の信号を同時計測するマルチモーダルセンサを開発し、脳血管自動調節能の破綻とそれが引き起こす脳障害について指標化するべく、重症脳卒中や頭部外傷急性期のモニタリングを実施した。

手法

2016 年よりマルチモーダルセンサを用いた臨床研究を開始した。対象は、くも膜下出血、重症脳梗塞、重症頭部外傷、重症脳出血とし、入院後、適格性の確認を行い、同意を取得した上で、手術中にマルチモーダルセンサを埋植し閉頭した。脳活動のモニタリングは発症から 7-14 日間行った。

使用したマルチモーダルセンサは、硬膜下に留置できるほど薄く柔軟であり、フレキシブル回路基板上に各 6 チャンネルの ECoG 電極、NIRS を構成する光電子素子群、小型サーミスタを実装した。電子素子はシリコンで封止の上、センサ全体をパリレンコーティングすることで 2 週間に及ぶ頭蓋内への慢性留置に耐える生体適合性を実現した(IEEE TBME, 6(11), 3204-3211, 2019.)。

結果

術後モニタリング期間中に、センサは脳波の中でも直流成分のゆっくりとした波である皮質拡張性脱分極 (Cortical Spreading Depolarization; CSD) と呼ばれる現象を捉えることができた。またこの現象が発生している最中に、脳温や NIRS 信号についても同様に CSD 関連の信号を捉えることができた。

考察

CSD の出現頻度は病態の予後予測に重要であることが報告されている (Brain 132:1866-1881, 2009; Annals of Neurology, 84(6), 873-885, 2018)。CSD を脳波以外のモダリティでも捉えることができたことで、脳組織酸素分圧やヘモグロビン濃度変化を含む複数のモダリティによって病態性脳活動を評価することは、治療介入の Warning message としての有用性を高めることに繋がる。現在は、計測データのさらなる収集とそのデータに基づく予後予測技術の確立を進めると共に、マルチモーダルセンサの医療機器としての上市に向けてスタートアップ企業を立ち上げ、開発並びに体制の整備を進めている。

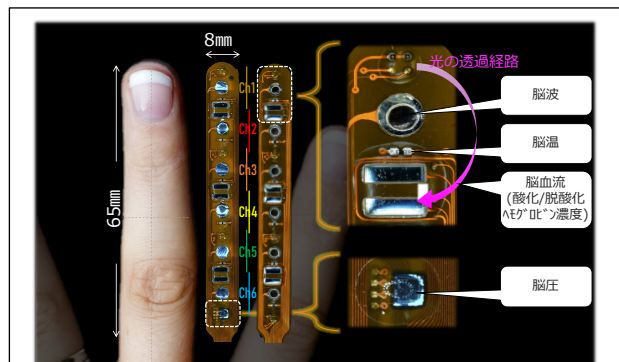


図1 マルチモーダルセンサの構成

脳損傷後の機能回復と神経可塑性: サル脳損傷モデルを用いた研究 肥後範行 産業技術総合研究所 人間情報インタラクション研究部門

ニューロリハビリテーション研究グループ

成熟した脳において神経細胞がその機能や構造を変える「可塑性」と呼ばれる性質が、脳損傷後に生じる機能的回復の背景となっていると考えられている。可塑性を最大化することにより脳損傷後の機能回復を促進する試みが“ニューロリハビリテーション”である。ただし、現状ではどのような変化が生じれば機能回復が促進するのかに関する具体的なメカニズムは十分に明らかになっていない。我々はヒトと同じ霊長類に属し、ヒトに近い体格と脳構造を持つサルをモデル動物とし、人為的な脳損傷を作成した後の機能回復過程で生じる神経の可塑的变化を調べてきた。脳からの運動出力をになう出力線維が走行し脳卒中の好発部位である内包後脚を梗塞後、対側の上半肢に運動麻痺が生じ、その後運動機能の回復が見られた。fNIRS を用いて把握課題遂行中のサルの脳活動を計測したところ、梗塞前は運動出力に関わる第一次運動野の特異的活動が見られたのに対し、運動機能回復時には運動前野腹側部の活動が梗塞前よりも上昇していた。興味深いことに、梗塞の比較的小さい個体では梗塞半球の運動前野腹側部の活動が上昇したのに対し、梗塞が大きい個体では対側半球運動前野腹側部の活動が上昇した。この領域の活動を機能回復時に抑制すると運動障害が再発したことから、活動上昇と機能回復との因果関係が示唆された。運動機能回復にともなう脳活動変化のモニタリングに fNIRS が有効であると考えられる。

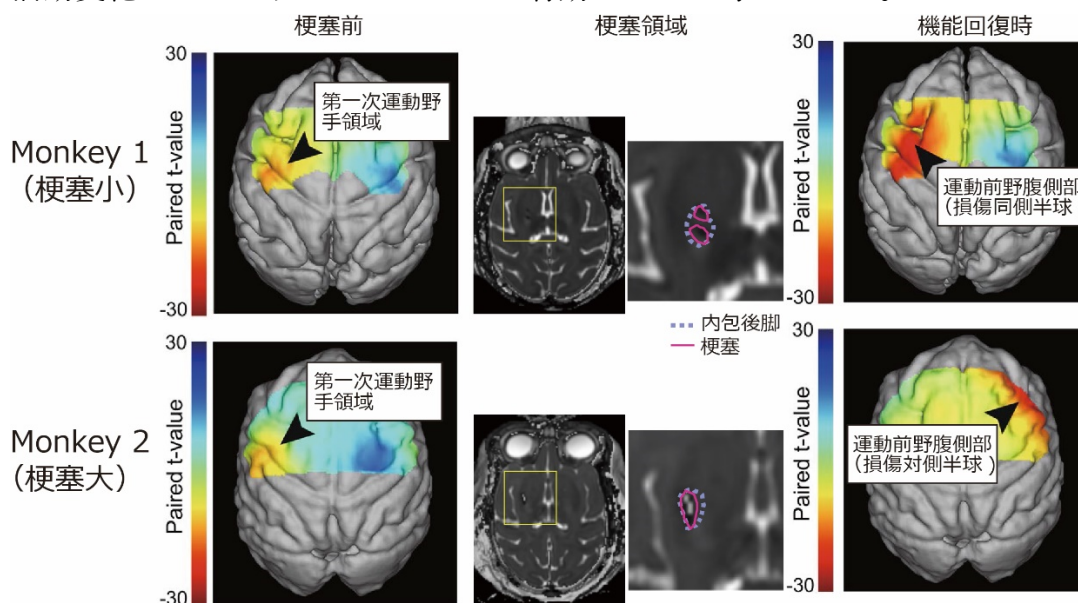


図. fNIRS 計測による脳梗塞後の機能回復過程で生じる脳活動の変化の同定に成功した (Kato et al., 2020)

加算平均手法との比較による fNIRS 解析における GLM 法の有効性評価

大山哲司 ビー・アール・システムズ（株） 川口文男 （株）スペクトラテック

fNIRS データの統計処理において、国内では主にタスク前後の値を内挿してベースライン処理を行う加算平均手法が用いられている一方、欧米では fMRI/SPM の流れを汲む GLM (general linear models) 法が用いられている。本研究では例題測定データに対し加算平均手法と、Homer 2 [1] の GLM 法による処理を行い、両者の結果を、統計的手法で比較評価する。Hb 値導出のための OD、MBLL (modified beer lambert law) 計算は各解析ツールにより吸光係数、DPF 等が異なるため、両者ともに Homer2 のフィルター処理後の Hb 値 (HbO, HbD) を用いた。なお、タスクの加算平均には BrainAnalyzer (BRSystems) を用いた。

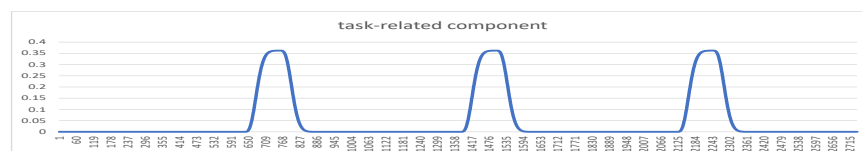
解析には FingerTapping 時の左右側頭、運動野付近を OEG17 (スペクトラテック社) 3x4W で測定した。(左手 10 秒タスク、20 秒レスト、右手 10 秒タスクの繰り返し、被験者、年齢:71, 左利き)。GLM では Homer2 の modified gamma function(Default 値)を HRF へ適用。加算平均処理は Pre : 5s/Recovery : 10s/Post : 5s とした。

下表に各計測チャンネルの、加算平均手法による平均値と、GLM によるベータ値の一例を示している。

本例では、 β 値、加算平均値の増減の傾向は同じだが、 β 値の変位が比較的顕著に表れている。

(HbO)		左脳								右脳							
チャンネル(OEG17 3x4W)		10	9	8	7	6	5	4	3	13	14	15	11	12	8	9	10
β 値(1.0e-05)	左タッピング	-0.0881	-0.0402	0.226	-0.196	-0.0151	-0.074	0.0769	0.124	0.0626	0.909	0.823	0.065	0.0956	0.279	0.161	0.0993
	右タッピング	-0.0941	-0.0726	0.0978	0.0925	-0.364	-0.333	0.0077	-0.0209	0.0357	0.533	0.622	0.117	0.0493	-0.0499	-0.0345	0.127
加算平均値 mMmm	左タッピング	-0.0207	-0.0095	0.0637	0.0558	-0.0623	-0.0473	0.0305	0.0412	0.014	0.2297	0.2198	0.0065	0.0212	0.0446	0.0178	0.0184
	右タッピング	-0.0432	-0.0285	0.0855	0.0689	-0.0952	-0.0891	-0.0042	-0.0046	-0.0022	0.298	0.316	0.0369	0.0041	0.073	0.0811	0.0398

下図は task-related component 図。横軸はサンプル数で 2740 データ (計測時間 : 2740x0.082=224[sec])



以下のように両者をそのアルゴリズムから比較すると GLM 法が加算平均法に比べて論理的と考えられます。

加算平均手法 : タスク前後でベースライン処理を行うため、ベースライン処理時の Pre/Recover/Post の設定時間に依存して波形は変化し。特にタスク終了後の脳賦活はタスクにより異なるため Recover の設定が難しい。

GLM 法 : タスク時の脳賦活は、baseline, residual 脳賦活に関係なく線形で寄与するとの仮定に基づいている。

一般線形モデルの式 : $Y = X \cdot \beta + \epsilon$ ベータ値 : $\beta = (X^T \cdot X)^{-1} \cdot X^T \cdot Y$ により活動を求める。

(Yは測定された信号値、Xはデザインマトリクス、 β は重み係数、 ϵ は測定誤差)。Xの作成時に用いる HRF 関数が結果に影響するが GLM function に抛りベースライン処理は考慮され、タスク終了後の脳賦活も HRF に反映できる。

今後、様々な実験デザイン(BlockDesign,EventRelated)で多数の被験者の測定を行い、両者を比較検証したい。

今回の測定にあたり OEG17(3x4W)を東海大灰田先生、栗田先生からお借りしました。感謝申し上げます。

[1] <https://homer-fnirs.org/>

[2] Pinti, Frontiers,Jan.2019, Vol.12 505 [3] Huppert, Neurophotronics,Jan-Mar 2016 Vol.3

閉眼時瞳孔径と眼位の計測法の開発

○宮内 哲 (関西医科大学医学部生理学講座)

川上 彰 (情報通信研究機構)

小寺 正敏 (大阪工業大学工学部)

兵頭 政春 (金沢大学工学部)

堀田 健仁, 今渕 貴志, プリマ・オキ・ディッキ

(岩手県立大学ソフトウェア情報学部)

瞳孔径は交感神経系と副交感神経系、及び青斑核の活動を鋭敏に反映する (Yüzgeç et al. 2018)。またレム睡眠及び閉眼時の眼位は、夢及び視覚イメージと眼球運動との関連を調べる上で重要な指標となる。しかしヒトの閉眼・睡眠時の眼位と瞳孔径を非侵襲的に計測する方法はない。すなわち、眼電図で眼球運動の方向と大きさは測れるが、交流増幅なので眼位は測れない。サーチコイル法で閉眼時眼位は計測できるが、点眼麻酔下で 20-30 分が限度である。アイトラッカーは開眼時眼位と瞳孔径は計測できるが、閉眼時は測れない。それ故ヒトの閉眼・睡眠時の眼位と瞳孔径に関する知見は極めて少ない。われわれは、近赤外光源を口腔内に入れ、生体内を透過して瞳孔から出てくる近赤外光をカメラで撮影することにより、閉眼時の眼位と瞳孔径を計測する方法を考案した (特許出願済)。

方法

被験者 健康成人 1 名。

手続き 近赤外 LED 光源 (波長 850 nm) を被験者の口腔に入れ、近赤外光領域に感度を持つ高感度カメラ (Baumer HXG20NIR, Germany) に取り付けられた筒の先

端に左眼を押し当てて室内光を遮断して撮影した。眼位は開眼している右眼で PC 画面上の左・中央・右にある固視点を見ることにより変えた。瞳孔径は右眼の前に可視光源を置く、あるいは右眼を遮光用の布で覆うことにより変えた。画像は MATLAB でノイズ低減・コントラスト強調の画像処理を行った。

結果

近赤外光源が OFF で通常の室内光下では、開眼時の瞳孔は黒く映る (Fig. 1a)。光源を ON にすると、近赤外光が口蓋→上顎洞→網膜→硝子体→水晶体→瞳孔→角膜を透過し、瞳孔は白く映る (Fig. 1b)。この状態で閉眼すると眼瞼によって像は不鮮明になるが、眼瞼上からも瞳孔を確認できた (Fig. 1c)。右眼で PC 画面上の左 (Fig. 2a)・中央 (Fig. 2b)・右 (Fig. 2c) の固視点を見た場合は、眼位に対応した画像が得られた。右眼を遮光布で覆い散瞳した場合と (Fig. 3a)、右眼の前に可視光源を置いて縮瞳した場合も (Fig. 3b)、それぞれ瞳孔のサイズに応じた像が得られた。

考察

近赤外光は、角膜側ではなく、網膜側から入るため、水晶体での集光作用による網膜損傷の可能性は非常に低い。両眼の瞳孔径と眼位は、輻輳成分を除けば等しくなるので、遠距離の指標を見ている一方の眼の眼位と瞳孔径を教師信号にし、閉眼した眼の画像との間で機械学習を行うことにより、閉眼時及び睡眠時の瞳孔径と眼位の計測が可能になると考える。

引用文献

Yüzgeç, Ö. et al. (2018). *Current Biology*, 28, 392-400.

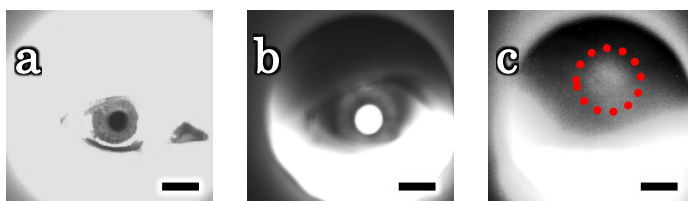


Fig. 1 開眼時と閉眼時の瞳孔像
a: 近赤外光源 OFF, 室内光下, 開眼
b: 近赤外光源 ON, 暗室下, 開眼
c: 近赤外光源 ON, 暗室下, 閉眼
b, c の下部の光は上顎洞→頬を通過した光
scale bar=10mm

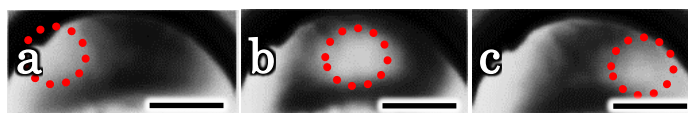


Fig. 2 眼位による瞳孔像の違い
眼位が左 (a), 中央 (b), 右 (c) の場合の眼瞼上の瞳孔の投影像
scale bar=10mm

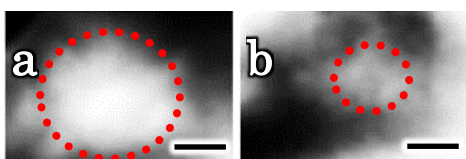


Fig. 3 瞳孔径による瞳孔像の違い
散瞳時 (a) と縮瞳時 (b) の眼瞼上の瞳孔の投影像
scale bar=10mm

高齢カタトニアの症状変遷に伴う脳機能の変化

中村敏範¹⁾、篠山大明²⁾、鬼頭恒³⁾、黒岩直美⁴⁾、萩原徹也²⁾、鷲塚伸介²⁾

¹⁾信州大学医学部附属病院 精神科 ²⁾信州大学医学部精神医学教室

³⁾あづみ野メンタルクリニック ⁴⁾信州大学医学部附属病院 臨床検査部 バイオバンク信州

【背景・目的】

カタトニアは昏迷、拒絶、興奮など様々な精神症状を不規則に繰り返す症候群であり、統合失調症のほか多くの精神疾患や身体疾患を含む複数の状況下で起こりうる。精神症状の易変性や安定した姿勢を保持できない、指示が入りにくいことから、特に重症例での神経画像研究は難しい。先行研究ではカタトニア症状が消退した患者に対して SPECT や fMRI を用いたものが多く、前頭領域や運動領域での変化が報告されている。我々は近赤外線スペクトロスコピー (NIRS) を用いてカタトニア症状出現時と消失時の脳機能の変化を安静時機能的結合の安定性 (RSFC) で評価した。

【方法】

対象は 50 歳以上のカタトニア患者 10 名、男性 2 名、女性 8 名、年齢は平均 64.5 歳であった。疾患は統合失調症 4 名、双極性障害 1 名、うつ病 5 名であった。カタトニアの診断は DSM5 及び Bush Francis Catatonia Rating Scale Screening Instrument (BFCSI) 双方の基準を満たすものとした。カタトニアの重症度は Bush Francis Catatonia Rating Scale (BF CRS) で評価した。研究開始時の BF CRS は平均 16.9 であり、カタトニア消失時の BFCSI は全員 0 であった。カタトニア症状出現時、消失時ともに検査時は 5 分間安静を保ち、カタトニア消失時は閉眼、開眼を指示しそれぞれ測定した。得られたデータのうち 0.009-0.08Hz の範囲内の信号のみを解析に用い、oxy-Hb の濃度変化を順位相関係数として定義された RSFC を、関心領域間の左右のチャンネルペアで解析した。

【結果】

前頭領域ではカタトニア出現時は消失時の閉眼での測定と比較して RSFC は有意に低かった($p=0.047$)。運動領域では出現時と消失時で有意な差を認めなかった。統合失調症とうつ病でサブグループ解析を行ったところ、統合失調症では有意差は認めなかった。うつ病は前頭領域ではカタトニア出現時は消失時の閉眼での測定と比較して RSFC は有意に低く($p=0.043$)。運動領域ではカタトニア出現時は消失時の開眼での測定と比較して RSFC は有意に高かった($p=0.043$)。

【考察】

カタトニア患者に対する先行研究では SPECT を用いて前頭と側頭の脳血流量の低灌流を認めたものや、静止状態で気分障害患者は前頭皮質の機能的結合が減少したこと、統合失調症患者の認知機能に関係する機能的結合の異常により前頭皮質などの皮質領域間の結合性が低下した報告がある。本研究では特にうつ病患者のカタトニアで先行研究と一致した結果が得られた。運動領域でもカタトニアの静止状態で補足運動野が高灌流であったとの報告があり今回の結果もそれに矛盾しない。画像検査に困難が伴うカタトニア患者の症状増悪時、消退時の脳機能の評価が NIRS を用いることで可能となり、今後臨床応用につながることを期待される。

血流動態関数の差を考慮した母子間同時計測データ解析

森本 智志^{*1}, 皆川 泰代^{*2}

^{*1}: 慶應義塾大学 グローバルリサーチインスティテュート ^{*2}: 慶應義塾大学 文学部

【背景】 fNIRSによるhyperscanningは比較的少ない拘束環境下で複数人間の脳活動を計測できる手法のひとつである。これまで相関分析や wavelet coherence(WC)などによる同期評価が行われてきた。しかしこれらの手法は脳内の血流ダイナミクスが同一であることを暗に仮定しているため、例えばダイナミクスが明に異なる乳幼児の脳と成人の脳の間の同期活動は正確に評価できないと考えられる。そこで我々は血流ダイナミクスの違いによる影響を除外するため、同期評価の前処理として白色化[1]を行う手法を提案し、シミュレーション実験でその有効性の検証を行った。

【方法】 fNIRSにおける脳活動信号は神経活動のイベントに対して血流動態応答関数(hemodynamic response function; HRF)を畳み込むモデルで近似される。まず、サンプリング周波数 10 Hz のランダムな同期または非同期(相関係数の絶対値が 0.05 以下)の神経活動イベントに少量の正規ノイズを加えた5分の時系列に対し、乳児と成人の HRF をそれぞれ畳み込むことで人工的な fNIRS 信号を作成した。神経活動は先行研究に従い2秒の長さとし、5分の時間中に40回の頻度とした。乳児と成人を模擬した信号に対してそれぞれ次数 100(10秒)のARモデルに基づくフィルタを適用して白色化し、成人の信号同士または成人と乳児信号の組み合わせについてWCを算出した。これらの操作を1000回繰り返し、同期条件と非同期条件、白色化あり条件となし条件の組み合わせについて周波数帯域ごとにWCの時間平均値を求めた。

【結果・考察】 白色化をしない場合の同期条件におけるWCの時間平均値は、成人同士の場合およそ0.3 Hz以下の帯域で理想値の1を示した一方、成人と乳児間では仮説通り信号の減退が確認された。これに対し白色化処理を適用した場合、特に0.09 Hz以下の帯域においてほぼ理想値に近い信号の回復が確認された。これらの結果から、提案手法が脳のダイナミクスが異なる二者間の同期脳活動評価に有効であることが示された。白色化処理は血流応答の時間的特性とfNIRSのサンプリング周波数によって生じるtype-I errorを減らす効果が報告されている[2]。また、周波数帯域ごとのベースラインの推定が正規ノイズ信号だけから可能となるため、データの欠損によりpseudo-pairによるpermutation testが行いにくいデータセットでも有意な活動区間の推定を行えるメリットもある。以上のことから本提案手法により、乳児と成人間の相互作用の研究の更なる発展が期待される。

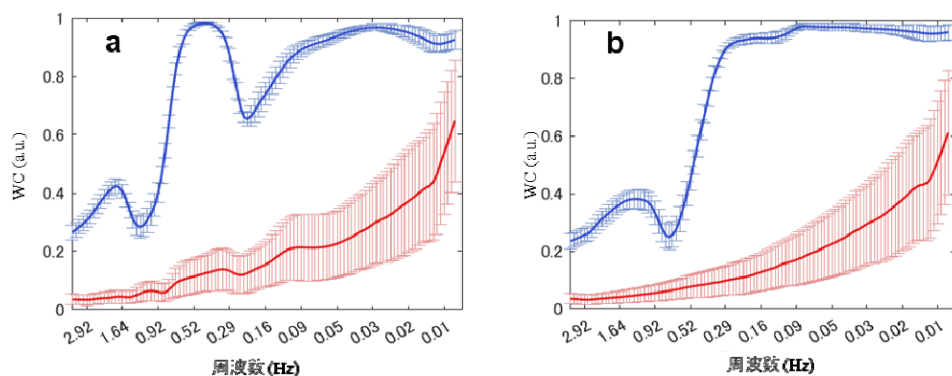


図 1. 成人と乳児間の wavelet coherence に対する白色化の効果. a)白色化を行わなかった場合と b)行った場合について、周波数帯域ごとの平均値を示す。青と赤はそれぞれ同期条件と非同期条件に対応する。エラーバーは標準偏差を表す。

[1] Barker, Aarabi, & Huppert. (2013). *Biomedical optics express*, 4(8), 1366-1379.

[2] Santosa et al. (2017). *Journal of Biomedical Optics*, 22(5), 055002.

脳 NIRS 信号の拍動成分の解析法

栗田 太作 東海大学 理系教育センター (情報教育センター)

灰田 宗孝 東海大学医療技術短期大学 看護学科

沓澤 智子 東海大学 医学部 看護学科

瀧澤 俊也 東海大学 医学部 内科学系 (神経内科)

【目的】近赤外分光法(NIRS)において、定性的ヘモグロビン(Hb)濃度変化を測定する修正ビア・ランバート則(MBL)により酸素化および脱酸素化 Hb 濃度長変化(ΔHbO_2 、 ΔHb)の経時変化である NIRS 信号が得られる。我々は、MBL により得られた脳の NIRS 信号に含まれる微弱な脈派(拍動成分)に着目している。 ΔHb の拍動成分(P- ΔHb)は、P- ΔHbO_2 と比べ検出感度や信号対雑音(S/N)比が低いため、観測することが困難であった。P- ΔHb が観測できれば、P- ΔHbO_2 との何らかの数理モデルにより脳酸素化状態の有用的な情報と成り得る可能性がある。本研究では、脳の P- ΔHb の S/N 比が向上する NIRS データの積算アルゴリズムを考案し、吸入・静脈麻酔や脳酸素化状態を変化させ、得られた P- ΔHbO_2 と P- ΔHb の動態を調査することを目的とした。

【方法】対象は雄性 Wistar rat、9-10 週齢、体重 250-300g、計 18 匹。皮膚血流の影響がなく脳内の直接的な NIRS 信号を得るため、頭皮を除去し大脳辺縁上の頭頂骨を薄く削った頭蓋半透明モデルを作製した。オプトード(光照射部と光検出部の対)の分離距離(SD)を 2.5、5.0、7.5、10.0 mm として大脳辺縁上に設置した。NIRS 信号は、血圧データと同時にサンプリング時間 5.12×10^{-3} sec で取得した。積算アルゴリズムは、得られた血圧心拍波形の移動平均波形を求め、更にその微分波形に対し、拡張期から収縮期の変曲点を検出し開始点(トリガー)とした。血圧心拍波形毎のトリガーで NIRS データを 16 分間約 5000 回積算した。また、脳酸素化状態は吸入酸素濃度と呼吸器の設定を調整し変化させた。

【成績】各 SD の P- ΔHbO_2 と P- ΔHb は、積算時間 16 分で評価できる S/N 比となった。正常 $\text{O}_2 \cdot \text{CO}_2$ 状態の SD 2.5-7.5 mm の P- ΔHb の時間依存性は、P- ΔHbO_2 がプラス側に変化したのに対し、マイナス側(逆位相)となったが、SD 10.0 mm では認められなかった。また、吸入麻酔下の正常 $\text{O}_2 \cdot \text{CO}_2$ 状態では、静脈麻酔と比べ P- ΔHb と P- ΔHbO_2 との位相関係がより顕著となった。低 $\text{O}_2 \cdot$ 高 CO_2 状態の P- ΔHbO_2 面積は、正常 $\text{O}_2 \cdot \text{CO}_2$ 状態と比べ増加し、P- ΔHb は P- ΔHbO_2 と同位相で増加することが認められた。

【結論】ラット脳 NIRS 信号において、血圧心拍波形の微分波形を利用し 16 分間積算することで、十分な S/N 比が得られ、P- ΔHbO_2 だけでなく、P- ΔHb も観測可能となった。P- ΔHbO_2 と P- ΔHb は、SD に依存した光路に含まれる灰白質や白質等の血管構造や血行動態を反映すると考えられた。

健常者における心理社会的ストレス反応と個人特性の関係 -fNIRS を用いた研究-

山岡 香央*1、魚津 伸夫*1、由井 慶*1、星野 英一*2

*1 株式会社ファンケル 総合研究所、*2 慶應義塾大学 グローバルリサーチインスティテュート

【背景と目的】 慢性的なストレスはうつ病や不安障害を含む様々な疾患と関連があることが報告されている (Sapolsky, 2015)。このストレス反応は、健常者間でもストレス知覚に関わる個人の特性 (性格、ストレス対処法、自尊心など) によって異なる (Xin et al., 2017)。そこで、本研究では健常者を対象に心理社会的ストレス反応に関わる脳機能活動を測定し、ストレス反応と個人特性の関係を検討した。

【方法】 参加者：健常な右利き成人男性 60 名 (平均年齢 34.9 ± 6.2 歳) が参加した。

課題：参加者は、心理社会的ストレスが負荷された状態で暗算を行うストレス条件(300 秒)、ストレスなしで暗算を行うコントロール条件(300 秒)、画面を注視するレスト条件の 3 条件(180 秒)を実施した。参加者は、レスト条件後に他 2 条件を実施するセッションを 2 回行い、主観的ストレスは visual analogue scale と質問紙を用いて記録した。課題終了後には、個人特性を評価する質問紙を実施した。

記録と解析：課題遂行中の脳活動と心拍数を記録した。脳活動は fNIRS (OT-R40; HITACHI, Ltd., Japan) を用いて前頭部および側頭部計 52 チャンネル (以下、ch) から酸化ヘモグロビン (以下、oxy-Hb) 濃度変化量を記録した。データの事前処理では、各条件の oxy-Hb 濃度変化量に対して 0.01 Hz~0.5 Hz のバンドパスフィルタを適用し、課題開始 10 秒前のデータを用いてベースライン補正を行った。心理社会的ストレス反応に関わる脳機能活動を検討するため、各 ch についてストレス条件ーレスト条件とコントロール条件ーレスト条件の oxy-Hb 濃度変化量を比較した ($p < .05$, FDR corrected)。さらに、ストレス反応と関連が見られた ch において、ストレス条件ーコントロール条件の oxy-Hb 濃度変化量と、個人特性に関わる質問紙の結果との関係について年齢と BMI を調整して多変量解析を行った ($p < .05$, uncorrected)。

【結果】 実験の結果、ストレスの負荷によって脳活動の変化、および心拍数と主観的ストレスの促進が見られた。脳活動に関しては、ストレス条件の方がコントロール条件よりも右半球の運動前野/補足運動野 (ch 2)、前頭前野背外側部 (ch 13, 24)、前頭極 (ch 26)、下前頭回/三角部 (ch 13, 45) の oxy-Hb 濃度変化量が大きかった。さらに、上記脳領域と個人特性の関係を検討した結果、oxy-Hb 濃度変化量が大きいほど、ストレス知覚とうつ傾向が高く、自尊心が低く、対人関係において内向的であり他者との関係を煩わしく感じるという個人特性を有することが示された。

【考察】 本研究の結果、健常者においてもストレス知覚に関わる個人特性によって、心理社会的ストレスによって生じるストレス反応は異なることが示された。特にストレスやうつ傾向、自尊心、ストレスに対する対処法、および対人関係に関わる個人的特性は、ストレス反応の強さと関連があることが示唆された。これらの結果は、健常者のストレス反応における個人特性の役割を示したものであり、ストレスに関わる疾患の発症と個人特性の関連の理解において手掛かりとなると考えられる。

【参考文献】

- Sapolsky, R. M. (2015). Stress and the brain: individual variability and the inverted-U. *Nat Neurosci*, 18(10), 1344-1346. doi:10.1038/nn.4109
- Xin, Y., Wu, J., Yao, Z., Guan, Q., Aleman, A., & Luo, Y. (2017). The relationship between personality and the response to acute psychological stress. *Sci Rep*, 7(1), 16906. doi:10.1038/s41598-017-17053-2

立位姿勢制御時の脳活動計測 ～oxyHb 値と deoxyHb 値の変化について～

熊井 健¹⁾、池田 由美¹⁾、酒井 克也²⁾、後藤 圭介¹⁾、森川 健史¹⁾、柴田 恵一郎¹⁾

1)東京都立大学大学院 人間健康科学研究科 2)千葉県立保健医療大学 健康科学部

【背景】姿勢制御能力への脳の関与について相対する報告がなされている。脳の賦活が姿勢制御能力に関与する(Fujimoto 2018)という報告の一方で、姿勢制御は皮質下領域の機能であるとの見解もあり、若年者ほど姿勢制御時に脳は賦活しない(Rosso et al. 2017)という報告もある。したがって、姿勢制御能力には脳の賦活が伴うのか、否か明らかではない。本研究では姿勢制御課題時の酸素化ヘモグロビン値(oxyHb 値)、脱酸素化ヘモグロビン値(deoxyHb 値)を計測し、姿勢制御能力と脳活動との関連を検討した。

【方法】健康成人男性 5 名(年齢：25±5.52 歳)を対象とした。実験課題は 30 秒の安静立位、30 秒のバランスボード(DABADA 社)上立位保持、30 秒の安静立位からなるブロックを 3 セット繰り返すこととし、バランスボードへの乗り降りのために 5 秒ずつ時間を設けた。課題中の背外側前頭前野(DLPFC)、補足運動野(SMA)、一次運動野(M1)の脳活動を機能的近赤外分光分析装置(fNIRS、FOIRE-3000、島津製作所)で計測し、安静時と課題時の後半 15 秒ずつを加算平均処理し、cohen's d の効果量を求めた。また、姿勢制御能力は 3 次元加速度センサー(Trigno Research+ System、Delsys 社)を第 4 腰椎と第 5 腰椎間に貼付して計測し、二乗平均平方根処理の上、積分値を算出した。

【結果】安静時と課題時の効果量は左 DLPFC (oxyHb 値：0.53±1.21、deoxyHb 値：-0.97±0.96)、右 DLPFC (oxyHb 値：-0.44±2.41、deoxyHb 値：-0.82±1.8)、SMA (oxyHb 値：0.17±1.45、deoxyHb 値：1.08±1.53)、M1 (oxyHb 値：1.28±1.22、deoxyHb 値：1.82±1.58)であった。矢状面(前後)の姿勢制御能力が高い被験者は他の対象者と比べ DLPFC、SMA の oxyHb 値の効果量が最も高く、前額面(左右)方向の姿勢制御能力が高い被験者においても他の被験者と比べ DLPFC、SMA の oxyHb 値が高い結果を示した。

【まとめ】矢状面および前額面の姿勢制御能力と DLPFC、SMA 領域の脳活動との関連が示唆された。今後被験者を増やし統計解析を進めていく。

抑制課題と音楽二重課題時における前頭前野の賦活状態について 健常成人を対象とした fNIRS による検討

奥村由香¹⁾、松本 淳¹⁾、澤村彰吾²⁾、矢野大仁¹⁾²⁾、池亀由香¹⁾、槇林 優¹⁾、篠田 淳¹⁾²⁾

1)木沢記念病院・中部療護センター、2) 岐阜大学大学院医学系研究科脳病態解析学

【目的】当センターは、自動車事故に起因する重症の外傷性脳損傷患者を対象として音楽療法を取り入れている。当センターの音楽療法には、音楽聴取と抑制課題の同時処理を求めるような楽器活動が含まれるが、このような音楽活動中の脳機能の賦活状態は明らかでない。本研究では、まず健常成人を対象として、従来の抑制課題と、音楽療法の課題と類似する音楽を聴きながら抑制課題を行う音楽二重課題を用いて機能的近赤外線分光法（fNIRS）を実施し、音楽二重課題における前頭前野の賦活状態について検討した。

【方法】対象は、年齢によって課題正答率に差が生じる可能性を考慮し、若年群 27 名（32±8 歳）と高齢群 22 名（72±5 歳）とした。課題は色による Go/No-Go 課題と、親しみのあるメロディを聴きながら同様の Go/No-Go 課題を行う Music 課題の 2 種類を用い、前頭部に 42 チャンネルの NIRS プローブを装着し、Monden ら（2012）に準じた方法で fNIRS（SPEEDNIRS、島津製作所）を実施した。oxy-Hb 値を指標として、各課題で有意な増加が認められるチャンネルを描出し、課題間でチャンネルごとに oxy-Hb の変化を比較した。これらの統計解析には t 検定を用い、補正前の有意水準を 0.05 とし、Holm 法による補正を行った。

【結果】課題正答率は、Go/No-Go 課題では両群に有意な差はなかったが Music 課題では若年群より高齢群が有意に低い値であった。fNIRS の oxy-Hb 値について、Go/No-Go 課題は、若年群では外側前頭前皮質（LPFC）に位置する右側の 3 チャンネル、高齢群では LPFC に位置する右側の 2 チャンネルで有意な増加を認めた。Music 課題は、若年群では LPFC と前部前頭前野（aPFC）に位置する両側の 5 チャンネル、高齢群では LPFC と aPFC に位置する両側の 16 チャンネルで有意な増加を認めた。Go/No-Go 課題と Music 課題の間の各チャンネルにおける oxy-Hb の変化の比較では両群とも統計学的な有意には至らなかったが、高齢群では Go/No-Go 課題よりも Music 課題の方が oxy-Hb の増加が大きく効果量（Cohen's d）が 0.5 以上であったチャンネルを 8 つ認めた。

【考察】若年群と高齢群とも活性化が示された領域は、Go/No-Go 課題では抑制に関わるとされる前頭前野の右側であったことに対し、Music 課題では前頭前野の両側となり、ワーキングメモリや遂行機能に関わるとされるより前方の領域が含まれた。これらのことから、Music 課題ではより高次の注意機能が発動された可能性が考えられた。特に高齢群では、Music 課題で課題正答率が有意に低下し、fNIRS で活性化を示したチャンネル数が明らかに増加したことから、高齢群にとって Music 課題は Go/No-Go 課題より難易度が高かったと推測され、付加したメロディは干渉刺激として作用したと考えられた。各チャンネルの oxy-Hb の増加は課題間では統計学的な有意な差には至らなかったが、中等度の効果量を示したチャンネルが複数存在した。今後は NIRS 測定の特徴を考慮にいたった関心領域の設定や症例数の増加等によりさらに検討を深める必要がある。

【結語】健常成人において、音楽を聴きながら抑制課題を行う音楽二重課題では、より広く高次の注意機能に関わる脳領域が賦活される可能性が示された。

早産児における脳循環代謝指標の経時的変化と短期予後との関連

奈良 昇乃助、羽生 直史、前田 朋子、西袋 麻里亜、西端 みどり、菅波 佑介

東京医科大学 小児科・思春期科学分野

背景：近年、早産児における生後 72 時間以内の急性期の脳循環代謝指標の変化と長期予後との関連が検討されているが、直接的な関連は見出されていない。早産児は頭蓋内出血を発症しやすい急性期を過ぎても神経学的予後に影響を与える多くの合併症を併発するため、早産児合併症は急性期と神経学的予後とを結びつけるうえで無視できない交絡因子となる。

目的：生後 72 時間以内の急性期から慢性期にかけて早産児の脳循環代謝指標を経時的に追跡することで、早産児合併症が脳循環代謝指標に与える影響を包括し、脳循環代謝指標の変化と短期予後との関連について調査すること。

方法：当院の新生児集中治療室で入院治療がおこなわれた在胎 30 週未満の早産児のうち、東京医科大学病院倫理委員会で承認された研究計画書について両親から同意を得た 20 症例を対象とした。TRS-20（浜松ホトニクス社）を児の前頭部に装着し、脳循環代謝指標として脳 Hb 酸素飽和度（ScO₂）を計測した。急性期は生後 24、48、72 時間に測定をおこない、以降は修正 37 週を迎えるまで週 1 回のペースで測定を続けた。入院経過中に一度でも ScO₂ < 60%を示した症例を ScO₂ 低値群（6 例）、一度も ScO₂ 60%を下回らなかった症例を ScO₂ 正常群（14 例）として 2 群に分けた。経皮的動脈血酸素飽和度（SpO₂）の管理目標値、赤血球輸血の基準は同一とした。短期予後のアウトカムとして、総入院日数、退院時の修正週数、頭蓋内出血の有無、在宅酸素療法の要否、要経管栄養日数、経管栄養離脱時の修正週数、未熟児網膜症に対する治療の要否、修正 1 歳未満までの理学療法を開始を挙げ、2 群間で比較した。

結果：2 群間の在胎週数と出生体重、検査時の SpO₂ と血中 Hb に有意差はなかった。ScO₂ 低値群は ScO₂ 正常群に比べて、修正 1 歳未満までに運動発達の遅れがみられ、理学療法が開始された症例数が有意に多かった（ScO₂ 低値群：3 例、ScO₂ 正常群：0 例、p value < 0.05）。その他の短期予後のアウトカムについては、2 群間に違いはなかった。

考察：2 群間の背景に違いはなかったが、短期予後に違いを認めた。一般的に管理目標値とされている SpO₂ や血中 Hb は必ずしも全ての症例には当てはまらず、早産児の脳組織の適切な酸素代謝を保つために必要な SpO₂ や血中 Hb は個々の症例ごとに異なる可能性がある。

結論：早産児における脳循環代謝指標の経時的変化は予後に影響する可能性がある。

乳児における音楽テンポ変化の知覚 —機能的近赤外分光法による検討—

大貫絢加¹⁾, 菅野栞¹⁾, 星野剛史²⁾, 小路将徳²⁾, 佐藤大樹¹⁾

1) 芝浦工業大学 システム理工学部 生命科学科 2) 株式会社 NeU

音楽の様々な要素に対する感受性は、乳児期の早い段階で現れ、知覚能力の発達と文化的影響との相互作用を通じて、乳児は音楽の理解と認識を深めていく。生まれたばかりの乳児であっても、音楽に対する関心を示すことから、ヒトという種は、音楽に対して何らかの遺伝的基盤を備えていると考えることができる[1][2][3]。しかし、乳児の音楽知覚に関する生得性や発達過程についてはわかっていないことが多い。そこで本研究では、音楽を構成する上で重要な役割を持つ時間的要素であるテンポに着目し、生後2か月以降の乳児が音楽のテンポ変化を知覚しているかを確認することを目的とした。

生後2～5ヶ月の睡眠中の乳児42名をコントロール群22名と実験群20名に分け、5秒間の音楽刺激呈示と15秒間の安静状態（無音状態）で構成される1試行を各群で25試行実施した。コントロール群では通常音楽刺激25試行を実施した。一方、実験群では通常音楽刺激を15試行実施した後、テンポ変化させた音楽刺激を5試行実施、さらに通常音楽刺激を5試行実施することで最後の10試行ではテンポ変化を生じさせた。先行研究より[4]、新規性に対して左前頭前野の脳活動に差が生じることが明らかにされていることから、同部位をNIRS（超小型脳機能計測装置XB-01, NeU Co., Ltd., Japan）で計測することで、乳児がテンポ変化を知覚しているか検討した。

テンポ変化前後の10試行を対象に解析を行ったところ、実験群ではテンポ変化前（6-15試行）と比較してテンポ変化後（16-25試行）の血流信号が増加する傾向が見られた。しかし、テンポ変化前後の変化量を算出しコントロール群と比較した結果では、統計的な有意差は確認できなかった。これについて、月齢が関係している可能性を考慮し、生後3か月以降の乳児に限定して再解析を行った結果、有意差を確認した。本結果より、生後3か月以上の乳児では、テンポ変化を知覚していることが示唆された。

- [1] Draganova, R., Eswaran, H., Murphy, P., Lowery, C.L., & Preissl, H. (2007). Serial magnetoencephalographic study of fetal and newborn auditory discriminative evoked responses. *Early Human Development*, 83, 199-207.
- [2] Trehub, S. E. (2006). Infants as musical connoisseurs. In G. E. McPherson (Ed.), *The child as musician: A handbook of musical development* (p. 33-49). Oxford University Press.
- [3] Winkler, I., Haden, G.P., Ladining, O., Sziller, I., & Honing, H. (2009). Newborn infants detect the beat in music. *Proceeding of the National Academy of Science of the United States of America*, 106, 2468-2471.
- [4] Tamami Nakano, Hama Watanabe, Fumitaka Homae & Gentaro Taga, "Prefrontal Cortical Involvement in Young Infants' Analysis of Novelty", *Cerebral Cortex*, 2009, 19, February, pp.455-463.

fNIRS における脳活動の空間的拡がりを考慮した多重比較補正法の提案

藤田 麻瑚, 佐藤 大樹

(芝浦工業大学 システム理工学部 生命科学科)

機能的近赤外分光法(functional Near-Infrared Spectroscopy : fNIRS)は、非侵襲の脳機能イメージング技術であり、複数の計測点(チャンネル)において同時にヘモグロビン濃度信号を測定している。通常、脳活動の有無はチャンネル毎に統計検定を行い判断しているが、多数のチャンネルで検定を行うと、偽陽性を引き起こすリスクが増大することが知られている。そのため、従来の研究では、Bonferroni 法や False Discovery Rate(FDR)法等の多重比較補正を用いて、この問題を解決してきた。しかし、これらの手法は偽陽性を避ける保守的な方法としては有効だが、偽陰性の確率を上げ、活動の検出力を低下させる懸念がある。そのため、本研究は、偽陰性を低減する新しい多重比較補正法を提案することを目的とし、その有効性を偽陽性と偽陰性の2つの面から評価を行った。

本研究で提案する手法では、脳が活性化すると、ある程度広がりを持って反応が起こると想定し、2チャンネル以上の隣接した複数チャンネルに有意性が認められた場合に脳活動が生じていると考えた。この時、隣接した2チャンネル両方の有意性を条件とすると、1チャンネルあたりの有意水準は全体の有意水準を隣接チャンネルの組み合わせ数で除算した平方根となる。この手法を Multi-Point Bonferroni(MPB)法と名付けた。

実際のデータに対して、MPB 法と Bonferroni 法と FDR 法を適用し、比較検討を行なった。はじめに、65 人分の安静状態データを使用して偽陽性に対する評価を行った。安静状態データに解析を行っても、本来活動のあるチャンネルはないはずである。しかし、多重比較補正を行わなければ、理論上 93%の確率で 1ch 以上の偽陽性が現れる。これを全体の有意水準を 5%に設定し、補正法毎に全体の誤検出率がどの程度になるか評価を行った。その結果、全ての手法で、全体の誤検出率を 5%未満に収められることを確認した。

次に、100 人分の言語性ワーキングメモリ課題中のデータを使用して偽陰性に対する評価を行った。まず、適切なサンプルサイズを全データから抽出し、ワーキングメモリの負荷に応じた活動の有意差検定 (t 検定) を行う過程を 1000 回繰り返し、有意差の検出率が 8 割以上のチャンネルを活動チャンネルと定義した。その後、同じ解析課程を 1000 回繰り返し、補正法毎に活動チャンネルおよびその他のチャンネルにおける検出力を求めた。その結果、MPB 法は、Bonferroni 法や FDR 法と比べて、活動チャンネルで高い検出力を得ながらも、その他のチャンネルでは FDR 法と同程度の検出力に抑えることが示された。これらの結果から、本提案の手法は、fNIRS 研究において、従来法より高い検出力が得られる実用的な多重比較補正法であることを確認した。

自己選択により実行したワーキングメモリ課題に伴う前頭極の活動

佐藤 大樹, 鎌田 隆史

(芝浦工業大学 システム理工学部 生命科学科)

自分自身で何かを選択・決定すること（自己選択）は，内発的動機付けやパフォーマンスを向上させる効果を持つ[1]．例えば，記銘項目を自分で選択した記憶課題（自己選択条件）では，他者から記銘項目を割り当てられた場合（強制選択条件）に比べて記憶が保持されやすいことが「自己選択効果」として知られている[2]．本研究では，自己選択効果は内発的動機付けを促すため，動機付けと認知制御の統合に関わる前頭前野[3]が関与すると考えた．この仮説を検証するため，自己選択条件下と強制選択条件下におけるワーキングメモリ（WM）課題中の脳活動を機能的近赤外分光法(functional Near-Infrared Spectroscopy: fNIRS)を用いて計測し，自己選択条件に関与する脳部位を探索した．

インフォームドコンセントを得た大学生 28 名（男 14，女 14，平均年齢 21.6 ± 1.3 歳）が，本実験に参加した．使用した課題は言語性 WM 課題であり，記憶する単語のカテゴリー（「動物」「果物」「野菜」「スポーツ」）により 4 種類の課題セットを用意した．実験参加者は，WM 課題のカテゴリーを自己選択できる自己選択条件と 実験者によって強制的に指定される強制選択条件の両方をランダムな順序で実施した．

行動データとして WM 課題の平均正答率を条件間で比較した結果，自己選択条件は 85.4%，強制選択条件は 82.4%の平均正答率を示し，自己選択条件の方が高い正答率を示したものの，統計的な有意差は認められなかった．一方，fNIRS で計測した酸素化ヘモグロビン (oxy-Hb) 信号の変化を解析した結果，右の前頭極を中心とした領域で，自己選択条件と強制選択条件の間に有意差が認められた ($p < 0.05$, 補正あり)．この領域では，自己選択条件における oxy-Hb 信号が強制選択条件に比べて大きく増加しており，前頭極が自己選択による内発的動機づけに関与することが示唆された．

- [1] Patall, E. A., Cooper, H., & Robinson, J. C. (2008). The effects of choice on intrinsic motivation and related outcomes: a meta-analysis of research findings. *Psychological Bulletin*, 134(2), 270–300.
- [2] Perlmutter, L. C., & Monty, R. A. (1982). Contextual effects on learning and memory. *Bulletin of the Psychonomic Society*, 20(6), 290–292.
- [3] Botvinick, M., & Braver, T. (2015). Motivation and cognitive control: from behavior to neural mechanism. *Annual Review of Psychology*, 66, 83–113.

EEG-fNIRS 縦断計測による早産児の脳発達

白木杏奈¹、城所博之¹、渡辺はま²、多賀巖太郎²、光松孝真¹、隈井すみれ¹、鈴木良輔¹、澤村文¹、川口将宏¹、鈴木健史¹、牧祐輝¹、山本啓之¹、中田智彦¹、佐藤義朗³、早川昌弘³、夏目淳^{1,4}

¹名古屋大学大学院医学系研究科小児科

²東京大学大学院教育学研究科

³名古屋大学医学部附属病院総合周産期母子医療センター新生児部門

⁴名古屋大学大学院医学系研究科障害児（者）医療学寄附講座

【目的】近年、脳内機能的ネットワークの発生や発達過程と睡眠段階の関係に注目が集まっている。本研究の目的は、脳波-機能的近赤外分光法（EEG-fNIRS）同時測定を早産児に対して縦断的に行い、脳内ネットワークと睡眠段階との発達的变化の関係を明らかにすることである。

【方法】名古屋大学医学部附属病院 NICU に入院した 3 名の早産児に対して以下の時期に EEG-fNIRS 同時記録を行った。症例 1：在胎 24 週出生。修正 33 週、36 週、38 週、40 週、42 週、43 週に測定。症例 2：在胎 33 週出生。修正 33 週、35 週、37 週、39 週に測定。症例 3：在胎 34 週出生。修正 35 週、38 週、39 週に測定。脳波は 10-20 法に基づき 8 チャンネルのポリグラフを、NIRS 装置（ETG-100, Hitachi）のプローブは AFz, POz, C5, C6 を中心に前頭、後頭、左右側頭に各 2 チャンネルずつ計 8 チャンネルをそれぞれ装着した。動睡眠と静睡眠を含む 40 分以上の記録を仰臥位で行った。脳波、眼球運動、呼吸運動、ビデオの所見から 30 秒ごとに睡眠段階を分類した。脳内ネットワークの結合強度の指標として、functional connectivity(FC)と phase synchronization index(PSI)を以下のように算出した。FC は、NIRS で得られた酸素化ヘモグロビン (oxy-Hb)、脱酸素化ヘモグロビン (deoxy-Hb) の時系列データにバンドパスフィルター (0.01~0.1Hz) をかけたのち、ピアソンの相関係数を用いてチャンネル間での相関係数を求め、全結合の相関係数の平均値を 1 分ごとに算出し求めた。PSI は、oxy-Hb、deoxy-Hb のデータにヒルベルト変換を施して瞬時位相を求め、8 チャンネルの瞬時位相を 1 分ごとにベクトル加算し求めた。さらに、各チャンネルの oxy-Hb の振動周期と、oxy-Hb と deoxy-Hb の位相差の時間平均である hemoglobin phase of oxygenation and deoxygenation (hPod) を 1 分ごとに算出した。FC、PSI、振動周期、hPod の時系列と睡眠段階の推移を比較した。

【結果】修正 33 週の記録では FC/PSI と睡眠段階の関連は不明瞭であったが、修正 38 週以降では動睡眠で FC/PSI は高く、静睡眠で低かった。その変化は修正週数が増すにつれ明瞭となった。同一記録内での睡眠段階による FC/PSI の変化は、主に静睡眠内で緩やかに観察された。全チャンネルを平均した振動周期は修正週数や睡眠段階によらず 0.06~0.07Hz であった。また、全チャンネルを平均した hPod は同一記録内では睡眠段階の影響を受けず一定であったが、修正週数が進むにつれて同位相から逆位相へ移行し、その変化は生後日齢が若いほど顕著であった。

【考察】早産児期において、睡眠段階に応じた脳内ネットワークの変化が、脳成熟とともに明瞭化することが示唆された。hPod は、睡眠段階に影響を受けないが、生後日齢に応じて大きく変化したことから、胎内から胎外への環境変化が寄与すると考えた。さらに症例数を増やし、正常あるいは異常な脳内ネットワークの発達的变化が区別できると、早産児の有用な予後予測の指標となる可能性がある。

共同作業時の記銘に関わる神経機構

星野英一^{*1}, 徐鳴鏞^{*1}, 森本智志^{*1}, 皆川泰代^{*2}

^{*1}: 慶應義塾大学 グローバルリサーチインスティテュート, ^{*2}: 慶應義塾大学文学部

【背景】 共同作業は個人作業と比較して、問題解決などの認知処理を向上させる報告(Barron, 2000)がある一方で、記銘を阻害することが知られている(Barber et al. 2010)。しかし、このときの記銘阻害に関わる神経機構はこれまで検討されていない。本研究では、共同作業を行うときの記銘に関わる神経機構を明らかにすることを目的とする。共同作業や社会的相互作用中の脳活動は wavelet coherence (WTC)を用いて脳部位間の機能結合の検討する研究がある(e.g. Jiang et al., 2012)。本研究でも WTC を用いた検討を行う。

【方法】 日常的場面に近い状況で共同作業を行うため、家具を配置し部屋をデザインするゲームを作成した。このゲームを行っているときの脳活動を fNIRS(Hitachi OT-R40)で計測した。ゲームは2人1組で、2人が協力して交替で家具を選択して配置し一つの部屋をデザインする COOP 条件と、1人ずつ交替で家具を選択して配置し別々の部屋をデザインする IND 条件を行った。同性の39組(計78人、女性ペア27組、 19.8 ± 2.0 歳)の大学生が参加した。参加者は各条件2セッションずつの家具配置ゲームを行い、その後、自身がデザインした部屋に関する再認課題を行った。このため、部屋のデザインを行っていたときに記銘に相当した。再認課題では、デザイン途中の画面のうち、いくつかの家具を実際には選択しなかった家具に置き換えた画像を呈示し、間違い探しをさせた。NIRS プローブの位置は社会性に関連があるとされる右前頭部及び右側頭部に装着した。解析は、記銘時の Oxy-Hb について、参加者内の全てのチャンネルの組み合わせについて WTC を算出した。家具の選択から配置までを一連の区間として切り出し、その区間の WTC 値(0.009-1Hz)の平均値を求めた。一般線形混合モデルを用いて、従属変数を記銘時の WTC 平均値、固定効果に実験条件(COOP, IND)及び再認時の正答不正答、変量効果に参加者の要因を設定し、分析した。

【結果と考察】

行動の結果は、再認成績の d' が統計的に有意に IND 条件より COOP 条件が低かった ($p < .001$)。これは先行研究と一致し、本実験の共同作業では記銘阻害が起こっていたことが示唆される。また記銘時間と d' の有意な相関が IND 条件のみで見られた($r = 0.25, p = 0.0285$)。つまり、記銘時間が長くなったことで記銘が損なわれたわけではないことが示唆される。WTC 値を用いた脳機能結合は、右半球の隣接する前頭極同士、及び、背外側前頭前皮質と上側頭回の結合において、条件と再認可否の間に有意な交互作用が見られ($T(69.7) = 2.70, p < .01$; $T(60.8) = 2.89, p < .01$; 共に多重補正なし)、特に、再認不正答だった記銘においては COOP 条件より IND 条件の方が結合が強いという効果が見られた($T(65.1) = 2.88, p < .01, T(65.1) = 2.94, p < .01$)。つまり、これらの脳機能結合が弱いときに共同作業時の記銘阻害が起こりやすいことが示唆される。また、COOP 条件より IND 条件が強いという主効果がどちらの結合でも見られたが($T(61.3) = 3.54, p < .001, T(70.1) = 3.30, p < .01$)、不正答時より正答時に強いという主効果は後者の結合のみに見られた($T(70.5) = 1.66, p = .1, T(69.0) = 2.59, p = .012$)。背外側前頭前皮質が連想記憶の記銘に関わること(Murray and Ranganath, 2007)、上側頭回が課題に関連する事象や社会的相互作用によって活動し(Kincade et al., 2005)、上側頭回の活動が背外側前頭前皮質の活動と相反する(Shulman et al., 2003)ことが分かっている。これらのことから、共同作業時の記銘阻害には背外側前頭前皮質と上側頭回の機能結合が関わっていることが示唆される。共同作業時に要求される他者の心理を読み取ることが上側頭回を活動させ前頭部での記銘処理を阻害する可能性が考えられる。これらの結果は社会的相互作用中の記銘に関わる認知過程の理解を助けることになる。

Barber et al. (2010). *Memory & Cognition*, 38(3), 255-264.

Murray, L. J., & Ranganath, C. (2007). *The Journal of neuroscience*, 27(20), 5515-5522.

Shulman et al. (2003). *Journal of neurophysiology*, 90(5), 3384-3397.

骨盤底筋随意収縮時の脳活動

神尾博代, 池田由美, 来間弘展

東京都立大学 健康福祉学部 理学療法学科

【背景】

骨盤底筋群トレーニングは腹圧性尿失禁の治療法として有効であるとされており、産前産後の尿失禁に対しても、有効性を支持する根拠は十分にあるとされている。骨盤底筋群トレーニングを行うためには随意的に骨盤底筋群を収縮させることが必要であるが、尿失禁などの症状がない健康な女性でも随意的に収縮できないことが多くある。そのため、骨盤底筋群の随意収縮が可能なものとそうでない者の脳機能の違いを明らかにすることは重要である。

【目的】

本研究の目的は、機能的近赤外線分光法（fNIRS）を用いて、骨盤底筋群の随意収縮が可能な者とそうでない者において、神経活動に伴う局所脳血流量変化を計測し、脳機能の違いを明らかにすることを目的とした。

【方法】

対象者は出産経験のない右利きの健常女性8名とした（年齢 20.7 ± 0.7 歳、身長 157.9 ± 5.9 cm、体重 53.5 ± 4.4 kg）。

使用機器は光脳機能イメージング装置 LABNIRS（島津製作所製）を使用した。全頭型ホルダを使用し、ファイバーを 3×1 と 7×4 に配列し、50チャンネルで測定した。プローブの位置は国際10-20法を用いて配置した。課題はブロックデザインとし、骨盤底筋群の収縮を10秒、弛緩5秒を3回繰り返した後に30秒の休憩をいれた。これを1サイクルとして5サイクルを実施した。このサイクルを繰り返しているときの脳活動を計測した。測定項目は骨盤底筋群の随意収縮時と弛緩時の酸素化ヘモグロビン濃度（oxy-Hb）と脱酸素化ヘモグロビン（deoxy-Hb）としたが、分析にはoxy-Hbを脳活動の指標として用いた。チャンネルごとに、効果量[（課題時のoxy-Hb平均値－安静時のoxy-Hb平均値）/安静時のoxy-Hb標準偏差の平均値]を算出し、課題時における効果量を比較した。また、関心領域（一次運動野と補足運動野）の特定とチャンネル位置の推定を行った。

課題の提示（収縮・弛緩・休息）には、外部入力用ソフトウェア PP2TTL(WAWON DIGITECH製)を使用した。

【結果と考察】

随意収縮が可能な者は3名、随意収縮ができなかったものは5名であった。

機能的磁気共鳴画像（fMRI）を用いた研究においては、トレーニング後に随意収縮が可能になった場合、背側前帯状皮質と補足運動野の活性化は減少し、内側前頭葉皮質の不活性化の傾向がみとめられたことが報告されている。しかし、本研究では関心領域である補足運動野と一次運動野の効果量から、骨盤底筋群の随意収縮をできるかできないかによる違いは認められなかった。

全頭測定型 functional NIRS 装置

Spectratech OEG-17APD

全頭測定モデル
新登場

本製品は最先端の脳研究向け製品です。
特定の診断や治療を目的とする医療機器ではありません。



生体内のヘモグロビン（Hb）が酸素との結合状態によって変化する近赤外光から赤光近辺での吸光特性を利用して、生体内のそれほど深くない部分における各部の血液量変化を多チャンネルにて同時計測することを目的としたfunctionalNIRS 装置です。光検出器に超高感度 APD（アバランシェ・フォトダイオード）を採用したファイバーレスによる全頭測定型です。運動野や言語野などの特定の領域に限定された高感度fNIRS装置への要望に答えるべく開発されました。



Spectratech OEG-17APD本体（基本構成時）

高性能

小型

低価格

特長

- 1 全頭測定向けに新開発。
- 2 目的に合わせて計測チャンネル数を拡張可能（17ch, 37ch, 57ch）。
- 3 目的測定部位に簡単に装着できる専用センサーパレットを選択可能。
- 4 可搬性に優れた小型本体（ノートパソコン程度）。
- 5 最先端の光変調技術であるスペクトラム拡散変調方式を採用。
- 6 他の計測装置との同期動作可能。
- 7 各種イベント入力が可能。
- 8 モニタリング用パソコンとは無線LANまたは100M-ethernet接続。
- 9 汎用用途のアナログ信号入力を3ch標準搭載。
- 10 AC100V入力あるいはバッテリーにて動作可能。
- 11 スタックブル接続機能と豊富なセンサーパレットにより、測定部位の異なる研究部門間での共用が可能。

Spectratech Inc.

株式会社スペクトラテック
www.spectratech.co.jp

横浜市港北区新横浜 1-3-10 新横浜 I.O ビル 3F
〒222-0033 info@spectratech.co.jp
TEL 045-471-4893 FAX 045-471-4894



モバイル型fNIRSシステム

～背負えるfNIRSデバイス～



Q フィジオテック ×



「**痛くない**&**軽い**プローブ」「**クイック**装着」システム

NIRSport2

- ✓ 乳幼児～大人まで対応
- ✓ 頭部(前頭前野皮質、運動皮質、後頭皮質など)の任意部位で測定可能
- ✓ 短距離検出器による「皮膚表面血流」の計測
- ✓ バッテリー駆動: 6時間
- ✓ ソース: 最大 **16ch** 検出部: 最大 **16ch**
(最大4台までカスケード接続可能)
- ✓ 脳波との同時計測が可能 !!



Physio-Tech

株式会社 フィジオテック



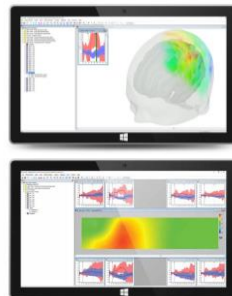
artinis

近赤外分光法装置／NIRS

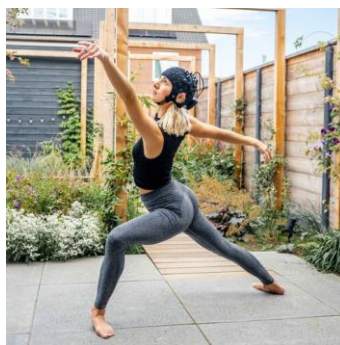
artinis

アルティニス

- ポータビリティなワイヤレスデバイス
- リアルタイム脳マッピング表示
- 複数デバイスおよび複数人同期計測
- 皮膚血流リファレンスチャンネル対応
- SPM, Homer, Matlab, LSL 各種対応



アーカイブティップス株式会社
<http://www.archivetips.com>



光脳機能イメージングを様々な用途に

for basic research

研究用光脳機能イメージング装置
functional Near-Infrared Spectroscopy System

LABNIRS

labnirs



基礎研究から計測領域
をフォーカスした研究へ

基礎から応用までを
継続的にサポートします。

フィールドで計測した
データを詳細な解析に

for research in the field

研究用ポータブル光脳機能イメージング装置
functional Near-Infrared Spectroscopy System

LIGHTNIRS

lightnirs



「fNIRS共創ラボ」では多種生体モニタリングや
刺激提示装置を活用した計測を体験いただけます。
是非お試しください。



新たな
一歩を、ともに

富士フイルムヘルスケア 始動

2021年3月31日の富士フイルム株式会社への事業譲渡により、
日立製作所の画像診断関連事業は、
「富士フイルムヘルスケア株式会社」として新たにスタートいたしました。
長年お客様と共に培ってきた技術と富士フイルムグループ各社との連携により
幅広いラインナップの製品、ソリューション、メンテナンスを提供します。

大胆な発想と果敢な挑戦により、医療の進化に貢献します。