# 第１9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】** 2016 年 7 月23 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


**第１9回　大会長　：皆川　泰代　（慶應義塾大学　文学部）**

理事長　：渡辺　英寿（自治医科大学）

副理事長（事務局代表　：酒谷　薫　（日本大学）

E-Mail: jofbis@gmail.com

事務局：福島県郡山市田村町徳定字中河原１番地

日本大学工学部・電気電子工学科 次世代工学技術研究センター

# 第１9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】** 2016 年 7 月23 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１9回　大会長　　：皆川　泰代　（慶應義塾大学　文学部）

理事長　　：渡辺　英寿（自治医科大学）

副理事長（事務局代表　：酒谷　薫　（日本大学）

E-Mail: jofbis@gmail.com

事務局：福島県郡山市田村町徳定字中河原１番地

日本大学工学部・電気電子工学科 次世代工学技術研究センター

# 第１９回　学術集会　プログラム

10:00-10:10　**開会挨拶**　　理事長　　渡辺　英寿

10:10-10:50　**大会長講演**　　　　座長　　渡辺　英寿

「fNIRS で評価する学習による脳の可塑的変化」

皆川　泰代　　（慶應義塾大学）

10:50-11:30　**特別講演**　　　　　座長　　檀　一平太

「Concurrent near infrared spectroscopy (NIRS) and functional MRI studies on human brain function and physiology」

Tong Yunjie　（ハーバード大学医学大学院）

11:30-12:10　**招待講演**　　　　　座長　　滝沢　龍

「光計測により可視化する発達脳の機能的ネットワーク」

保前文高　（首都大学東京）

12:10-13:10　**昼食**　　　企業プレゼンテーション

13:10-15:10　**シンポジウム**　　座長　　皆川　泰代

「NIRS による精神疾患・発達障害の脳機能イメージング」

１）「NIRS を用いた嗅覚機能の検討」

直井　望　（国際基督教大学）

２）「NIRS を用いた発達障害の診断・治療効果判定の試み」

門田行史　（自治医科大学）

３）「縦断計測・大規模計測による NIRS 鑑別診断補助法の改良」

小池進介　（東京大学こころの多様性と適応の統合的研究機構
東京大学大学院総合文化研究科附属進化認知科学研究センター）

４）「NIRS を用いた気分計測」

佐藤大樹　　（(株) 日立製作所　研究開発グループ　基礎研究センタ）

14:50-15:10　**総合討論**

15:10-15:25　休憩

15:25-16:30　ポスター発表フラッシュトーク　座長　三原　雅史

ポスター発表全演題について、概要を口頭説明（1件につき2分30秒、資料1枚）

16:30-16:35　閉会挨拶　副理事長・事務局長　酒谷　薫

16:40-18:00　ポスター発表　（会場　３Ａ，３Ｂ、４Ａ，４Ｂ）

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

17:30-19:00　懇親会　4階レストランにて

18:00　ポスター撤収

ポスター発表

会場　４Ａ，４Ｂ

P1-1　多方向光源と多方向検出器を用いた拡散光トモグラフィ
下川丈明 1)，石井稔浩 2),高橋陽一郎 2)，菅原悟 2)，佐藤雅昭 1)，山下宙人 1,3)
1) ATR 脳情報解析研究所、2) リコー未来技術研究所、3) CiNet 計測基盤技術

P1-2　GLM analysis to fNIRS data during N-back task using adaptive HRF
吉武　沙規，廣安　知之，日和　悟
同志社大学大学院生命医科学研究科

P1-3　快・不快記憶想起による前額部賦活の比較
武藤 司 1，池野谷 優理 2，常盤 紋 2，藤井 麻美子 3
1 上智大学理工学部理工学研究科，2 上智大学理工学部情報理工学科，
3 上智大学理工学部

P1-4　覚醒サル脳血流に対する薬物の影響評価における近赤外線分光法（NIRS）の有用性
喜好 昭彦[1]、松本 淳[1]、村井 建之[2]、池尻　勝[1]、中山 達雄[1]、松本 憲史[1]、岩村　善博[1]、尾木 祐治[1]、仲子 友和[1]、今井 英明[1]、小谷 真奈斗[1]、池田 和仁[1]
[1]大日本住友製薬株式会社 研究本部 高次脳機能研究ラボ
[2]大日本住友製薬株式会社 創薬開発研究所 バイオマーカーグループ

P1-5　NIRSを用いたニューロフィードバックによる、脊髄小脳変性症患者に対する姿勢バランス機能改善効果の検討
藤本宏明 1)　三原雅史 1) 2)　乙宗範宏 1) 2)　服部憲明 2)　平松佑一 2)　畠中めぐみ 2)　矢倉一 2)　河野悌司 2)　宮井一郎 2)　望月秀樹 1)
1) 大阪大学　神経内科・脳卒中科　2)森之宮病院　神経リハビリテーション研究部

P1-6　hPod：脳組織ヘモグロビン酸素化動態の位相情報
多賀厳太郎・渡辺はま
東京大学大学院教育学研究科
P1-7　前頭葉における脳萎縮と脳血液量変化の比較
清水祐介[1)]，高橋真悟[1)]，児玉直樹[1)]，竹内裕之[1)]
1)高崎健康福祉大学大学院

会場　３Ａ，３Ｂ、

P2-1　行動抑制における定型発達児とADHD児の脳活動の違い
池田尚広[1]，門田行史[1,2,3]，徳田竜也[2]，山岸佑也[1]，長嶋雅子[1]
宇賀美奈子[2,4]，檀一平太[2]，下泉秀夫[5]，山形崇倫[1]
[1]自治医科大学小児科学，[2]中央大学人間総合理工学科，[3]国際医療福祉大学病院
小児科 [4]自治医科大学医学部先端医療技術開発センター，
[5]国際医療福祉大学リハビリセンター
P2-2　幼児におけるCOMT遺伝子多型と前頭前野の活動の関連
森口佑介[1]・篠原郁子[2]
1京都大学　2国立教育政策研究所
P2-3　健常若年者および認知症患者における2つの装置を用いた脳血液量比較
高橋　真悟[1)]，清水　祐介[2)]，児玉　直樹[2)]，竹内　裕之[2)]
1）高崎健康福祉大学大学院　健康福祉学研究科　保健福祉学専攻
２）高崎健康福祉大学大学院　健康福祉学研究科　医療福祉情報学専攻
P2-4　健常高齢者の前頭前野のタスク前賦活と認知機能の関連性
大星有美[1]、菊知充[2]、河合正好[3]、尾内康臣[1]
[1]浜松医科大学 生体機能イメージング研究室
[2]金沢大学 子どものこころの発達研究センター　[3]常葉大学 作業療法学科
P2-5　定常負荷の粗大運動における前頭前野の酸素化ヘモグロビンの変化
－異なる運動強度での比較－
竹原奈那[1)]，椿淳裕[1)]，山崎雄大[1)]，金谷知晶[1)]，佐藤大輔[1)]，森下慎一郎[1]，
久保雅義[1)]，大西秀明[1)]
[1)] 新潟医療福祉大学　運動機能医科学研究所
P2-6　動作特異的局所ジストニアに対するNIRSを用いた脳機能評価および病態の検討
竹田信彦、　堀澤士郎、　花田朋子、　佐々木寿之、　平　孝臣、川俣貴一
東京女子医科大学脳神経外科
P2-7　fNIRSによる瞑想中の脳活動の計測
藤井 聖香，日和 悟，廣安 知之
同志社大学 生命医科学部
P2-8　よい顎の位置は脳血液量を改善する　－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）武蔵野学院大学教授(元北海道大学大学院医学研究科脳科学専攻機能分子学分野教授)
４）大阪大学名誉教授

P2-9　運動学習における最適な注意の向け方の個人差を反映した右背外側前頭前野活動

櫻田武(1)(2)、後藤彩(1)(3)、山本紳一郎(3)、平井真洋(1)
1) 自治医科大学 脳機能研究部門、2) 自治医科大学 脳神経外科、3) 芝浦工業大学 システム理工学部 生命科学科

# fNIRS で評価する学習による脳の可塑的変化

皆川　泰代
（慶應義塾大学文学部，CREST/JST）

児童期から青年期そして成人期にいたるまでに認知機能は発達し，それにともなって大脳の構造や機能も大きく変化する。言語学習（習得）の臨界期という言葉が示すとおり，言語の学習という認知機能を例にとってもそのパフォーマンスは年齢とともに劇的に変化するが，その学習機構に関与する脳機構の発達変化については多くは明らかになっていない。これは発達期の脳を検討する手法に様々な制約があったことにもよると思われる。本講演では発達脳を比較的簡便に計測できる fNIRS (functional Near Infrared Spectroscopy)を用いて，発達期の学習機構に関与する脳内機構を検討した一連の研究について概説する。新生児期，学童期，思春期，前成人期の各発達ステージにおいて，学習にともなってどのように脳内ネットワークが再編成されるかを概観し，発達による脳の可塑性の変化について考察する。以下に各研究の概要について示す。

研究１では学童期（9-12 歳），思春期（13-16 歳），成人期（18-21 歳）の音韻学習前後の脳機能の変化，研究２では同じ年齢の３郡を対象として推論学習前後の脳機能の変化を検討した。実験参加者は研究１では，英語音韻/r/,/l/の音韻の同定や弁別について約１カ月間電子辞書内のアプリによる学習を行い，実験２では i-pod 上のアプリにより単語の母音, 子音構造についての推論学習を約１カ月間行った。その学習前後において音韻同定や推論のタスクをそれぞれ行っている間の脳活動計測や行動実験を行い，脳活動や脳機能結合の変化，行動と脳反応の関連などを検討した。研究３では新生児を対象として/r/から/l/に徐々に変化する/right/-/light/系列刺激を用いた統計学習刺激を提示し, その前後のレスティング状態（安静状態）の脳機能結合の変化および音韻弁別の脳反応を検討した。これらの結果，年齢群別に学習に関連した異なる脳内機構の変化，特に学習効果にともなう脳機能結合の変化がみられた。

付記：研究１，２は新学術領域研究「自己制御精神」公募研究による成果であり，慶應義塾大学の矢田部清美を中心とし星野英一，直井望，（株）国際電気通信基礎技術研究所の山田玲子らの協力を得て行われた。研究３は慶應義塾大学医学部の有光威志，篠原尚美，池田一成，高橋孝雄（敬称略）との共同研究である。

## Concurrent near infrared spectroscopy (NIRS) and functional MRI studies on human brain function and physiology

Yunjie Tong, PhD

Mclean Imaging Center, McLean Hospital, Belmont, MA
Department of Psychiatry, Harvard Medical School, Boston, MA

Functional MRI (fMRI) and near infrared spectroscopy (NIRS) are two non-invasive imaging modalities commonly used to study human brain function. However, they can only measure neuronal activation indirectly through neurovascular coupling. Other non-neuronal physiological fluctuations, such as respiration, can also influence their signals. In this talk, I will introduce a novel method which identifies a physiological low frequency oscillation (LFO) in fMRI signals through concurrent fMRI/NIRS study. We have demonstrated that this LFO is a dynamic signal which travels with the blood throughout the brain Moreover, we found that the same LFO in the periphery. These findings indicated the systemic feature of this wave and its potential extracerebral origin. To put our discoveries into practical application, we have designed methods to convert this "confounding" systemic signal into a useful perfusion biomarker. For examples, using the LFO and its temporal shifts, dynamic cerebral blood flow map has been obtained from regular resting state fMRI scans, which allows simultaneous assessment of functional networks and perfusion. Furthermore, novel methods have been developed based on the same analytical principle to: 1) track cardiac pulsation wave in the fMRI data; 2) denoise fMRI data and 3) assess cerebral blood flow recovery in Moyamoya patients after surgery.

# 光計測により可視化する発達脳の機能的ネットワーク

保前 文高
首都大学東京 人文科学研究科 言語科学教室
首都大学東京 言語の脳遺伝学研究センター

脳血液の局所的な酸素化状態の変化を指標として脳の活動をとらえることで、脳における局在した機能が明らかにされてきた。また、近年は、研究参加者の集団内で局所的な信号変化量と行動指標との相関関係が検討されるなど、脳機能計測と行動研究とが新たな融合を果たしている。皮質活動に伴う信号変化は局所的な処理を反映するが故に、複数の皮質領域の信号変化を同時にとらえることによって、領域間の関係性を推測することが可能になる。Biswal ら（1995）が機能的磁気共鳴画像法（fMRI）の BOLD 信号で左右半球の運動野における自発活動をとらえてその間の同期性を示して以来、20 年余りの間に膨大な量の知見が蓄積され、基礎研究のみならず臨床的な応用にまで向かっている。信号変化の同期性によって定義される領域間の関係は機能的結合と呼ばれるが、機能的結合の集合である機能的ネットワークとともに領域間の解剖学的な投射と機能的な連関のいずれか、もしくは、両方を反映すると考えられる。脳が構造と機能の両面で形成される過程にある乳児期では、機能的ネットワークを可視化することが重要になると考えられ、fMRI を用いたいくつかの研究では成人のネットワークに類したパターンが確認されている。しかしながら、主として睡眠時の自発活動に基づいた機能的ネットワークの探索に依存していることもあり、乳児期に特徴的に起こると想定される機能の局在化と領域間を架する大域化の双方向に向かう発達については限定的な情報を得るに留まっている。多チャンネルの近赤外光脳機能計測装置（NIRS）を用いることによって、乳児の自発活動だけでなく音声刺激に対する応答を広い皮質領域で同時に計測することが可能であるため、上記の発達過程にアプローチできるようになる。本講演では、乳児を対象とした NIRS 計測の結果をもとにして、自発活動で観測されるような基幹となるネットワークが情報処理依存的に修飾されることで特定の機能に関わるネットワークが形成されるという仮説を提案する。また、機能的ネットワークで中心的な役割を果たす（ハブ）領域を同定することにより、ネットワークを検討することがかえって局在性を顕在化させることにも注目する。このような中心性の高い領域がどの領域と機能的結合を有するかには、乳児の発達過程における「個性」があらわれるという可能性についても議論する。

## NIRS を用いた嗅覚機能の検討

直井望（国際基督教大学教養学部）

近年，聴覚，視覚，触覚などの感覚機能について，functional Near-Infrared Spectroscopy (fNIRS)を用いた研究の知見が蓄積されてきているが，嗅覚機能の検討は少ない。嗅覚機能の脳機能計測を困難にしている要因の１つは嗅覚刺激提示の問題である。従来の嗅覚機能の計測には，香料を持続的に提示する方法が多く用いられ，刺激提示の時間統制が困難であるだけでなく，嗅覚が順応して香りを知覚しなくなるという問題や，計測する空間に香料が残留してしまう残り香の問題があった。そこで，香料を離散的にパルス射出する方法を用いた「香り発生デバイス」(Furukawa, Suzuki, & Okada, 2013)を用いて，嗅覚刺激時の前頭部の脳活動を，fNIRS を用いて測定した。本発表では，fNIRS を用いた嗅覚機能計測の可能性と問題点について議論したい。

さらに，嗅覚機能と発達障害との関連についても検討を行った。自閉症スペクトラム障害(Autism Spectrum Disorders, ASD)は，社会的コミュニケーションに困難を示し，限定された興味と反復的な行動を示すことで診断される発達障害である。ASD と感覚異常との関連は多く報告されており，ASD 児・者における嗅覚の感覚異常（感覚過敏 sensory hypersensitivity および感覚鈍麻 sensory hyposensitivity）は，50%以上にものぼることが報告されている(Lane et al., 2010; Schoen et al., 2009)。そこで，ASD 児・者を対象に，「香り発生デバイス」を用いて評価した fNIRS 計測を行い，嗅覚刺激への検知閾値との関連および，その他のプロフィールとの関連の検討を行った研究について紹介したい。

### 引用文献

Fukasawa, A., Suzuki, R., & Okada, K. I. (2013). Olfactory measurement system to quantify the ability to smell using pulse ejection. *IEEE International Conference on Healthcare Informatics*, 99-106.

Lane, A. E., Young, R. L., Baker, A. E, & Angley, M. T. (2010). Sensory processing subtypes in autism: association with adaptive behavior. *Journal of Autism Developmental Disorders, 40*, 112-122.

Schoen, S. A., Miller, L. J., Brett-Green, B. A., & Nielson, D. M. (2009). Physiological and behavioural differences in sensory processing: a comparison of children with autism spectrum disorder and sensory modulation disorder. *Frontiers in Integrative Neuroscience, 3,* 29.

**付記**：本研究は，慶應義塾大学文学部 皆川泰代，同大学院社会学研究科　安井愛可，慶應義塾大学理工学部　岡田謙一，松浦絵理，福井大学子どものこころの発達研究センター　熊崎博一との共同研究である。

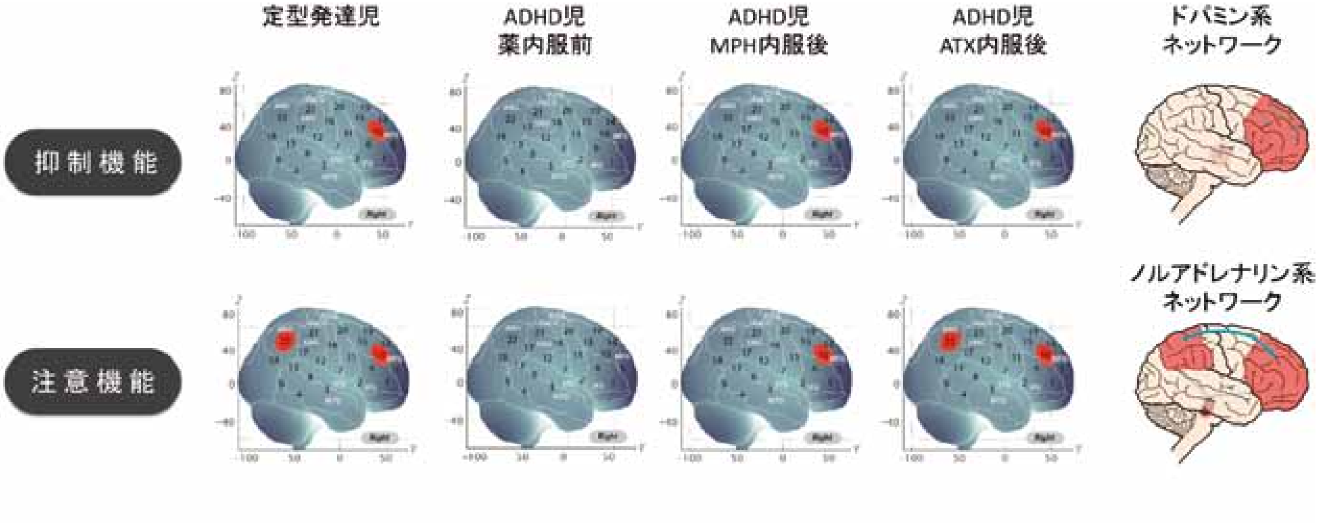
# NIRSを用いた発達障害の診断・治療効果判定の試み

自治医科大学・国際医療福祉大学
小児科学　　門田　行史

発達障害である注意欠如・多動性障害(Attention Deficit Hyperactivity disorder；ADHD)は小児早期に適切な診断・治療介入が必要であるが、病態に関与する客観的評価指標がないため診断・治療が遅れる事がある。fMRI等の脳機能イメージング研究が進み、ADHDの病態について解明されつつある。しかしながら、ADHDと定型発達児の弁別が可能でかつ臨床現場で実用化できる指標はない。ADHDの早期診断および治療には、薬物療法の適応開始年齢である就学前後の評価が不可欠であるが、ADHD児は多動性の症状を持つため高い身体拘束性を持つfMRIを用いた検査には限界がある。

一方、fNIRSは体動に強く拘束性が低いという特徴を活かし、他の脳機能イメージングでは困難であったADHD児の計測を可能とする。我々は、ADHDの病態を評価するために抑制機能課題（Go/Nogo課題）を用いてfNIRS計測を実施した結果、小児ADHDの中心的な障害となる抑制機能に関連する右MFG/IFGの活動低下を集団レベルで見出した。さらに個人レベルにおいて、それらの脳領域に該当する脳活動信号（酸素化Hb値）がある一定値を超えたケースをADHD陰性とした場合に、感度90%・特異度70でADHDをスクリーニングできる方法を開発した。

また、ADHD治療薬の客観的効果判定法の開発を目的としてADHD治療薬（モノアミンアゴニスト）内服後の脳機能回復を検証した。二重盲検プラセボ試験を用いて計測した結果、薬物内服後に右MFG/IFGの脳機能回復過程を可視化した[1-5]。これらの賦活化脳領域は、モノアミンネットワークに関連する脳領域であり、fNIRSを用いた我々の計測システムはADHD治療薬の薬理効果の異同を可視化したと考えられる。




## 論文リスト

1) **Monden Y,** Dan H, Nagashima M, Dan I, et al., Clinical neurophysiology Vol. 123, 1147-57, 2012
2) **Monden Y**, Dan H, Nagashima M, Dan I, et al., Neuroimage Clinical Vol. 1, 131-40, 2012
3) Nagashima M, **Monden Y**, Dan I, et al., Neurophotonics, Vol. 1(1), 1-15, 2014
4) Nagashima M, **Monden Y**, Dan I, et al., NeuroImage:Clinical, Vol. 6, 192–201, 2014
5) Nagashima M, **Monden Y**, Dan I, et al., Neurophotonics, Vol. 1(2), 1-14, 2014
6) **Monden Y**, Dan I, Nagashima M, et a., NeuroImage Clinical, 9:1-12,2015

「縦断計測・大規模計測による NIRS 鑑別診断補助法の改良」

小池進介 1)2)

1) 東京大学こころの多様性と適応の統合的研究機構

2) 東京大学大学院総合文化研究科附属進化認知科学研究センター

近赤外線スペクトロスコピィ(NIRS)については、他の脳画像計測と比べて臨床現場への応用が進み、平成 21 年に「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」として精神科領域で初の先進医療として認定され、その後、平成 26 年 4 月に保険収載された。NIRS 研究は日本が世界に先行しており、公的医療制度に認められた検査としても日本が世界に先駆けている[7]。その一方で、この臨床応用については、臨床精神医学の視点、NIRS 機器特性の視点、認知心理学・脳科学の視点から、批評も多い。東京大学大学院精神医学分野では、これらの指摘も踏まえて NIRS 研究を進めている。本臨床応用は、慢性期を対象とした横断研究に基づいて出された結果であった[4]。その一方我々は、NIRS 信号については、疾患特性要因、病態進行要因、年齢や性別など非特異的要因によって変化することを示してきた[3,5,8]。我々は現在、統合失調症発症前後の脳画像縦断計測プロジェクト(IN-STEP 研究)を実施しており、縦断データを中心に研究を重ねている[6]。縦断研究データを用いた結果として、①初発統合失調症の上前頭回脳活動が臨床予後を予測できる[2]、②統合失調症の発症リスク群、初発群は、年齢、性別を補正すれば保険収載された NIRS 技術を用いて 80%を超えて精神病圏と判別できる(Koike ら, 査読中)ことを得た。本発表では、これらの研究成果を紹介し、時間が許せば現在実施中の疫学統計手法に基づく大規模解析、multi-distance and whole-head probe を用いた安静時 NIRS 脳活動解析結果も紹介したい。

【参考文献】

1. Iwashiro N, Koike S et al., Association between impaired brain activity and volume at the sub-region of Broca’s area in ultra-high risk and first-episode schizophrenia: a multi-modal neuroimaging study. Schizophr Res 2016;172(1-3):9-15.
2. Koike S et al., Association between rostral prefrontal cortical activity and functional outcome in first-episode psychosis: a longitudinal functional near-infrared spectroscopy study. Schizophr Res 2016;170(2-3):304-10.
3. Chou PH, Koike S et al., Similar age-related decline in cortical activity over frontotemporal regions in schizophrenia: a multi-channel near-infrared spectroscopy study. Schizophr Bull 2015;41(1):268-79.
4. Takizawa R et al., Neuroimaging-aided differential diagnosis of the depressive state. Neuroimage 2014;85(Pt 1):498-507.
5. Chou PH, Koike S et al., Distinct effects of duration of untreated psychosis on brain cortical activities in different treatment phases of schizophrenia: A multi-channel near-infrared spectroscopy study. Prog Neuropsychopharmacol Biol Psychiatry 2014;49(3):63-9.
6. Koike S et al., A multimodal approach to investigate biomarkers for psychosis in a clinical setting: the integrative neuroimaging studies in schizophrenia targeting for early intervention and prevention (IN-STEP) project. Schizophr Res 2013;143(1):116-24.
7. Koike S et al., Near-infrared spectroscopy in schizophrenia: A possible biomarker for predicting clinical outcome and treatment response. Front Psychiatry 2013;14(4):145.
8. Koike S et al., Different hemodynamic response patterns in the prefrontal cortical sub-regions according to the clinical stages of psychosis. Schizophr Res 2011;132(1):54-61.

# NIRS を用いた気分計測

佐藤 大樹，敦森 洋和，桂 卓成，小幡 亜希子，木口 雅史
(株式会社日立製作所　研究開発グループ　基礎研究センタ)

## １．はじめに

近赤外分光法（Near-Infrared Spectroscopy: NIRS）を利用した脳機能計測技術は，計測環境の限定が少なく，簡便性・実用性に優れた特長を持つ。装置の小型化も進み，学術研究を端緒として様々な応用の実現が期待されている。我々は，ヒトにおいて特に発達している前頭葉に着目して NIRS 研究を進め，ワーキングメモリ（WM）課題に伴う脳活動信号が，主観的に評価した抑うつ気分スコアと関連することを見出した[1-4]。本発表では，この現象を気分計測として利用し，復職支援プログラムの参加者に適用した研究[5]を紹介する。また，セロトニンの影響を検討する手法である急性トリプトファン枯渇法（Acute Tryptophan Depletion: ATD）を用いた研究[6]により，気分計測の背景にある生理メカニズムについて考察する。

## ２．復職支援プログラムにおける気分計測

NIRS を用いた気分計測の有効性を検討するため，復職支援プログラム参加者に対して NIRS 計測および気分の主観評価（質問紙）を継続的に実施した[5]。また，被験者が自分の状態を安定して把握できているか，臨床心理士の判断結果も取得した。その結果，自分の状態を安定して把握できている時期には，気分と関連する脳活動信号（気分脳指標）と主観的な抑うつ気分スコアの間に高い相関が見られた。一方，自分の状態評価が不安定な時期には一貫した傾向が見られなかった。この結果は，NIRS を用いた気分計測が，復職支援プログラム参加者の状態を客観的に把握する手段として有用であることを示唆する。

## ３．気分およびNIRS信号に対するセロトニン機能の影響

セロトニンは，気分制御と認知機能の両方へ関与が示唆されている神経伝達物質である。本研究では，気分および脳活動信号に対するセロトニンの影響を検討するため，セロトニンが低減した状態を作り出す急性トリプトファン枯渇法（ATD）を併用した光トポグラフィ計測を実施した[6]。健常被験者29名に対してダブルブラインドテストを実施し，ATD条件と統制条件を比較した結果，ATD条件では，ポジティブ気分スコアが低下すると共に言語性WM課題に伴う脳活動信号が低下することが分かった。この結果は，従来の気分計測で見られた相関関係と一致し，主観的な気分スコアと脳活動信号の両方にセロトニンが関与していることを示唆する。ただし，それらの変化量の個人差に有意な相関関係はなく，結果の解釈については更なる検討が必要である。

## ４．おわりに

NIRSは，日常環境下の脳機能を簡便に計測できる技術であり，その特長を生かした研究および応用が指向されている。特に，大きな社会問題になっているメンタルヘルスに関しては，客観的な評価方法として役立つ可能性がある。今後，NIRS信号の意味理解を深め，メンタルヘルス向上に貢献する技術として社会実装していきたい。

謝辞：紹介する研究の一部は，MDAジャパン・山口律子先生，テュービンゲン大・Fallgatter先生との共同研究によって実施されました。深く感謝申し上げます。

### 参考文献

[1] R. Aoki, H. Sato et al., *Neurosci. Res.* 70, 189-196 (2011).
[2] H. Sato, R. Aoki et al., *J. Biomed. Opt.* 16, 126007 (2011).
[3] R. Aoki, H. Sato et al., *Psychiatry Res.* 212, 79-87 (2013).
[4] H. Sato, T. Dresler et al., *Front. Hum. Neurosci.* 8, 37 (2014).
[5] H. Atsumori, R. Yamaguchi et al., Presented at *International conference on Basic and Clinical Multimodal Imaging* (Geneva, Sep.5-8, 2013).
[6] H. Sato, T. Dresler et al., *Eur. Neuropsychopharmacol.* 24, Suppl. 2, S306-S307 (2014).

「多方向光源と多方向検出器を用いた拡散光トモグラフィ」

下川丈明 1), 石井稔浩 2), 髙橋陽一郎 2), 菅原悟 2), 佐藤雅昭 1), 山下宙人 1,3)
1) ATR 脳情報解析研究所、2) リコー未来技術研究所、3) CiNet 計測基盤技術
E-mail: shimokawa@atr.jp

拡散光トモグラフィ（DOT）は fNIRS を発展させた手法であり、生体内部の高精度・3 次元的な機能的イメージングを行うことができる。近年では特に連続光高密度計測による脳機能イメージング研究が盛んに行われている[1]。しかし、3 次元再構成に必要な情報を得るためには、プローブ間隔 15mm 以下の高密度 NIRS 計測が必要となり、実験をより複雑で手間の掛かるものにしている。本研究では、高密度化とは異なり、多方向光源と多方向検出器を用いることで、DOT を行うことのできる新しい計測方法を提案する（Fig. 1）。我々は、このような多方向 NIRS 計測による DOT を計算機シミュレーションとファントム実験によって検証した[2]。実験では、生体を模擬した媒質中に局所的な吸光係数変化を生じさせ、DOT を行い、その推定位置誤差を評価した（Fig. 2）。逆問題を解く際には、我々が以前提案した階層ベイズ推定法を用いた[3,4]。実験結果から、プローブ間隔 30mm の低密度計測であっても 3 次元推定が位置誤差 5mm 以内で可能となることが明らかになった（ただし深さ 15mm まで）。この結果は多方向計測を用いれば高密度計測を必要とせずに DOT を行うことができることを示している。

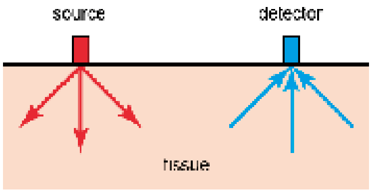



Fig. 1. 多方向 NIRS 計測の概念図。光源は多方向に光を出し、検出器は多方向から光を識別して検出する。

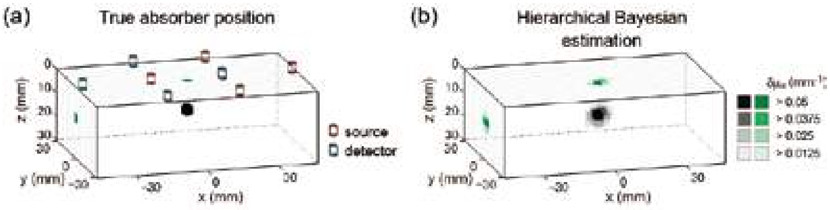



Fig. 2. ファントム実験における 3 次元再構成の例。 (a) 真の吸光係数変化位置。(b) 再構成された画像。

[1] A. T. Eggebrecht et al., “Mapping distributed brain function and networks with diffuse optical tomography,” Nat. Photonics 8, 448–454 (2014).

[2] T. Shimokawa et al., “Diffuse optical tomography using multi-directional sources and detectors,” Biomed. Opt. Express 7, 2623-2640 (2016).

[3] O. Yamashita et al., “Multi-subject and multi-task experimental validation of the hierarchical Bayesian diffuse optical tomography algorithm,” NeuroImage 135, 287–299 (2016).

[4] T. Shimokawa et al., “Hierarchical Bayesian estimation improves depth accuracy and spatial resolution of diffuse optical tomography,” Opt. Express 20, 20427–20446 (2012).

**P1-2**

GLM analysis to fNIRS data during N-back task using adaptive HRF

吉武　沙規，廣安 知之，日和　悟
同志社大学大学院生命医科学研究科

[背景]

NIRS 脳計測装置（fNIRS）は，脳イメージング装置であり，近年広く使用されている．脳機能活性は，血流量変化を測定することによって決定される．一般化線形モデル（GLM）は，脳機能活性を分析する方法の一つであり，機能的磁気共鳴画像法（fMRI）分析にも使用される．GLM において活性は，基底関数とテストデータとの回帰分析の類似性によって決定される．基底関数は，矩形関数と血流動態反応関数（HRF）を畳み込むことによって生成され，一般に時間変数がパラメータに使用される． HRF は，最初のピーク遅延，第 2 のピーク遅延と第 1 及び第 2 のピークの比などのいくつかのパラメータを持っている．矩形関数は，実験デザインのイベントに関係し、矩形関数の重みは一般的には均一である．本発表では，HRF のパラメータと矩形関数の重みを，各観測データに最も類似するように最適化する adaptive HRF 法の適用を検討する．

[方法]

対象とするタスクは、N バックタスクである．N=2 および N=3 の場合について検討した．HRF のパラメータと矩形関数の重みは，基底関数と実験データとの差を最小化することによって求められる．この操作は全ての被験者の全てのチャネルに対して行った．したがって､最適 HRF のパラメータと矩形関数の重みはすべての被験者のチャンネルで決定された．目的関数は，回帰係数 $\beta$ および残留誤差 e を用いて導出された t 値である．t 値を最大化するために､3 つの HRF のパラメータおよび矩形関数の重みを決定した．adaptive HRF および通常の HRF を使用した際の活性チャンネルを比較することで、手法の有効性について検討を行った。

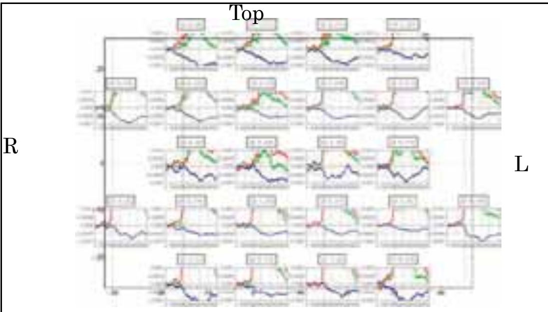
# 快・不快記憶想起による前額部賦活の比較

武藤　司[1]，池野谷　優理[2]，常盤　紋[2]，藤井　麻美子[3]

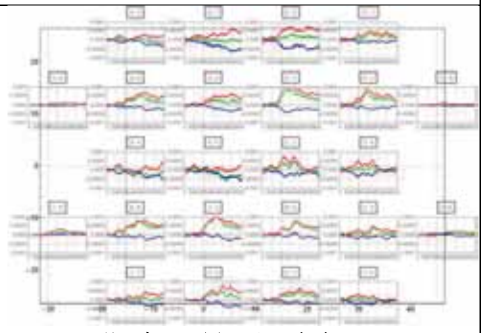
[1]上智大学理工学部理工学研究科，[2]上智大学理工学部情報理工学科，[3]上智大学理工学部

## 1. はじめに

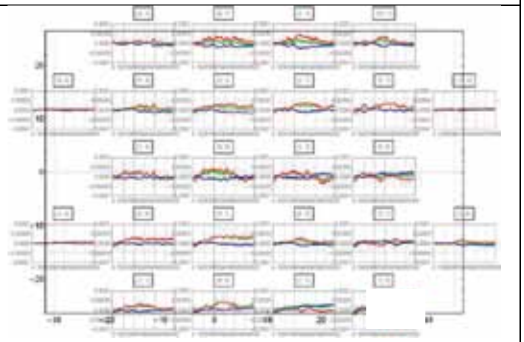
大脳皮質活動を捉えるf-NIRSのためのアルゴリズムとして深部選択フィルタを提案してきた1)-2). ここではそのアルゴリズムを適用し人の前額部を対象に想起課題を行い，快・不快により脳循環の変化が見られるかの確認実験を行った. ここでは前額部を対象に10光源8検出点からなるオプトードを上下間隔25mm左右間隔15mmで配置し左右75mm幅上下50mmの範囲について測定できるようにした. 15㎜間隔6ch，25mm間隔12ch，30mm間隔12chの光信号について，酸素化ヘモグロビン・脱酸素化ヘモグロビン変動(Δoxy-Hb，Δdeoxy-Hb)を測定し，深部選択フィルタを適用し結果を比較した. 試行は同一被験者に対して音楽想起，快記憶想起，不快記憶想起の3課題を行った.




(a)　源信号：楽しい思い出の想起(N=1)



(b)フィルタ後：楽しい思い出の想起　(N=1)



(c)フィルタ後：不快な思い出の想起(N=1)

図１　記憶想起タスク時の 180 秒間の f-NIRS 信号
(a)快記憶：源信号，(b)快記憶：フィルタ後，(c)不快記：フィルタ後．一部低 SN のチャンネルは非表示．

## 2. 方法

被験者は音楽経験のない20代の健康な学生で. 60秒レスト60秒想起タスク60秒レストとした. 各記憶想起課題は1回のみ行い平均加算処理は行っていない. なお被験者の頭髪の影響を避けるため上下方向のチャンネル間隔は2.5cmに狭くしたがそれ以外のオプトード配列や信号再構成法などは文献1などで報告したものと同一である. 複数距離30チャンネルの受光信号に表層信号除去フィルタを適用し比較した.

## 3. 結果

図1は2.5cmおよび3cm間隔の24チャンネルを測定配置に対応させΔoxy-Hb，Δdeoxy-Hb，およびΔtotal-Hbの変化を表示したものである. (a)は移動平均処理のみのNIRS信号を表示したもので，快記憶想起により大きな血流量の変動があったことを示す. (b)は深部選択フィルタにより、推定深部Hb変動分布の観測結果である. 左前頭極にΔoxy-Hb量の大きな増加がタスク開始に表れタスク終了後はゆっくりと血流量が低下してる傾向が見られたが，一部のチャンネルではタスク終了後に速やかに減少した. (c)は不快記憶の一例でヘモグロビン量の変動は小さく想起終了後速やかに減少している. 日を改めて行った試行においても同様でΔdeoxy-Hbの増加が見られるチャンネルもあった. 音楽想起においても大きな血流変動は見られなかった.

## 4. 検討

一人の被験者について，異なる種類の記憶の想起を行い前額部にてNIRS信号を得たを使用しすると脳活動部位の局所性が明瞭となった. 快記憶は，皮膚血流深部血流とも大きな増加を示した. 表層信号除去フィルタ適用例では最上列のΔoxy-HbとΔdeoxy-Hbの変動は逆相になっており，血液の貯留が少ない脳循環を反映したものと考えられる. またその時間経過から好ましい情動では血流の増加が60秒以上引き続いていることを表している可能性がある. 一方，不快記憶やここでは図示していない音楽想起課題では逆相に表れるチャンネルが増えるとともに，タスク終了後に速やかにΔoxy-Hbが減少していくことが見られた.

### 参考文献

1)　M.Fujii, K.Nakayama: "Signal filtering algorithm for depth-selective diffuse optical topography" Physics in Medicine and Biology, 2009

2)　藤井、遠藤、 中山：「感度適応型正則化を用いた深さ選択性拡散光イメージング」、 生体医工学 , Vol.48, No.4, pp.383-395,

# P1-4

覚醒サル脳血流に対する薬物の影響評価における近赤外線分光法（NIRS）の有用性

喜好 昭彦[1]、松本 淳[1]、村井 建之[2]、池尻 勝[1]、中山 達雄[1]、松本 憲史[1]、岩村 善博[1]、
尾木 祐治[1]、仲子 友和[1]、今井 英明[1]、小谷 真奈斗[1]、池田 和仁[1]
[1]大日本住友製薬株式会社 研究本部 高次脳機能研究ラボ
[2]大日本住友製薬株式会社 創薬開発研究所 バイオマーカーグループ

【目的】NIRS は fMRI や PET に比べて、可搬性のある簡便な非侵襲的脳血流測定法であり、ヒトにおける精神疾患の鑑別や病状把握に関する応用研究が進んでいる。一方、前頭葉皮質（prefrontal cortex：PFC）の機能異常が直接的・間接的に、うつ病、統合失調症、自閉症など様々な精神疾患に関与が明らかとなり始めてきた。従って、精神疾患分野の医薬品開発においては、PFC が未発達なげっ歯類を対象にした研究に限界が見え始め、その一方で PFC が発達した non-human primates（NHPs）を対象とした研究が必須になりつつある。しかしながら、これまで NHPs を用いた NIRS 研究は数例しか報告されていない。そこで、評価系の構築を目的として種々の薬剤を投与し、oxy-Hb 量の増加あるいは減少をもたらすコントロール化合物の探索を開始した。

【方法】NIRS 装置は FOIRE-3000（島津製作所）を使用した。アカゲザル（6 年齢、雄）をモンキーチェアに座らせ、体動を低減するため手足を緩やかに保定した。新生児用ファイバ 12 本（送光用、受光用各 6 本）を 15 mm 間隔で前頭葉の頭皮に設置し、17 チャンネルの NIRS 計測を実施した。
測定開始後、まず媒体を投与し 30 分間測定した。続いて、acetazolamide（25 mg/kg）あるいは sumatriptan （1mg/kg）を投与し、さらに 30 分間測定した。
データはソフトウェア LABNIRS を用いて解析を行った。定量評価については、全 17ch の NIRS 波形を 1 つの NIRS 波形にデータを統合したうえで、投与操作直前の時点でベースライン補正した。媒体および薬物投与開始から 30 分後までの積分値（D1 および D2）をそれぞれ算出し、“D2-D1” を被験物質の脳血流に及ぼす作用として評価した。

【結果】Acetazolamide の脳血流増加作用（oxy-Hb 量の増加）および sumatriptan の脳血流減少作用（oxy-Hb 量の減少）は、チャネル間で作用やノイズの程度に多少の差はあるものの、トレンドグラフで確認できた。また少数例でも、定量評価により作用が検出可能であることが確認できた。

【考察及び結論】モンキーチェアへの馴化による体動の少ない動物の選抜や頭皮へのファイバ装着の工夫などにより、覚醒サルを対象に NIRS 測定が実施可能であることが分かった。NIRS 測定法は、タスクと同時測定が可能であることから、脳機能評価法としての有用性は高いと考えられる。今後、サルに適したタスクを探索し、疾患モデルなどを用いた NIRS による脳機能評価法を確立し、医薬品開発研究に役立てたいと考えている。

# NIRS を用いたニューロフィードバックによる、脊髄小脳変性症患者に対する姿勢バランス機能改善効果の検討

藤本宏明 1) 三原雅史 1) 2) 乙宗範宏 1) 2) 服部憲明 2) 平松佑一 2) 畠中めぐみ 2) 矢倉一 2) 河野悌司 2) 宮井一郎 2) 望月秀樹 1)
1) 大阪大学 神経内科・脳卒中科 2)森之宮病院 神経リハビリテーション研究部

**背景**：脊髄小脳変性症（SCD; spino-cerebeller degeneration）患者における姿勢バランス障害は、ADL 低下をきたす重要な問題である。先行研究で、バランス能力改善と補足運動野（SMA; supplementary motor area）活動変化との間に有意な相関を認め（Fujimoto, Mihara et al. NeuroImage 2014）、同部位の活動増強が姿勢バランス機能改善に対する治療ターゲットになりうると考えた。脳活動増強方法として、我々は、NIRS を用いたニューロフィードバック（NF; neurofeedback）システムを開発し（Mihara et al. PLoSOne 2012）、運動前野をターゲットとした NF を運動想像と併用することで、脳卒中後上肢麻痺に対する有効性を報告した（Mihara et al. Stroke 2013）。NF とは、自身の脳活動をリアルタイムに解析・提示することで自身の脳活動をコントロールし、脳損傷後の機能回復につながる機能的再構成を誘導する新たな介入手法として注目されている。
**目的**：SCD 患者に対して NF を行い、SMA 活動を増強することが可能か、また姿勢バランス機能改善効果について検討を行った。
**方法**：SCD 患者 20 名（女性 9 名、年齢 58.7 ± 11.8 歳、発症後 7.5 ± 4.9 年）を対象とした。4 週間の通常リハビリテーションに加えて姿勢バランスに関連した運動想像を用い、SMA をターゲットとした NF 訓練を 2 週間で計 6 回施行した。被験者をランダムに、自身の SMA 活動をリアルタイムにフィードバックする Real-NF 群と事前に記録した他者の SMA 活動をフィードバックする Sham-NF 群の 2 群に分けた（double blinded）。NIRS を用い、皮膚血流などの脳以外の成分を除去するための狭間隔 ch を含む、前頭側頭に 50ch を配置して、NF に伴う脳活動変化を測定した。臨床評価として、TUG（Timed-up and go test）、SARA（Scale for the assessment and rating for ataxia）、10m 歩行テストと BBS（Berg balance scale）を NF 開始前・2 週間の NF 介入直後・介入後さらに 2 週間後に測定した。
結果：Real-FB 群 9 名、Sham-FB 群 11 名にわかれ、NF 介入前の臨床評価値には有意差がなかった。4 週間後の各臨床評価値は、各群ともに有意な改善を認めた。Repeated measure ANOVA では、TUG で群×時間での交互作用を認めた（Real-FB: 28.7 ± 11.5 秒 → 21.1 ± 12.1 秒, Sham-FB 21.7 ± 12.9 秒→18.5 ± 14.2 秒, $F_{2,36} = 3.4$, $p<0.05$）。SARA、10m 歩行、BBS については、交互作用については認めなかった。
結語：SCD 患者において、NIRS を用いた NF は SMA 活動を増強し、姿勢バランス改善に影響を与える可能性が示唆された。

**P1-6**

# hPod: 脳組織ヘモグロビン酸素化動態の位相情報

多賀 厳太郎・渡辺 はま
（東京大学大学院教育学研究科）

脳組織中の酸素化ヘモグロビン(oxy-Hb)と脱酸素化ヘモグロビン(deoxy-Hb)の濃度は、自発的な神経活動、脳血管の活動、血流変動、酸素代謝等の相互作用を通じて変動している。機能的近赤外分光法（functional near-infrared spectroscopy ; fNIRS）により計測される oxy-Hb と deoxy-Hb の相対濃度は、成人の場合、安静時でも刺激時でも、ほぼ逆位相の位相差を保ちながら変動していることが知られている。一方、乳児の睡眠時の計測から、oxy-Hb と deoxy-Hb の変動の位相差は、新生児においては同位相に近いが、生後６ヶ月間で逆位相へと近づいていくことが明らかになっている。また、早産児と満期産児とで、位相差の発達に違いが見られることも明らかになっている。これらのことから、位相差が、脳の発達を表す重要な指標になりうると考えられる。そこで、oxy-Hb と deoxy-Hb の時系列のヒルベルト変換を用いて抽出したそれぞれの瞬時位相から、両者の瞬時位相差を求め、これを時間平均したものを hPod (hemoglobin phase of oxygenation and deoxygenation)と呼ぶ。

ここではまず、hPod がどのような血流動態や代謝のパラメーターの変動に影響されるかを理解するために、血管から組織への酸素の拡散による血中酸素濃度の低下を考慮した簡単なモデルによる検討を行う。脳組織中の oxy-Hb と deoxy-Hb の濃度([oxy-Hb], [deoxy-Hb])は、酸素飽和度($SO_2$)・総ヘモグロビン濃度([*tot-Hb*])・血液量($V_{bv}$)・脳酸素消費量($\alpha_{O2}$)・脳血流速度($c$)の５つのパラメーターによって決まると仮定する。さらに、脳血管は細動脈・毛細管・細静脈の３つのコンパートメントで構成され、毛細管のみにおいて、脳酸素消費量と脳血流速度に依存して血管から組織への酸素の拡散が生じるとする。$\Delta$[oxy-Hb]と$\Delta$[deoxy-Hb]に対して、それぞれのパラメーターの変化の寄与を表す等式を導くと、$\Delta$[oxy-Hb]と$\Delta$[deoxy-Hb]に対して同符号の寄与を示す$\Delta$[*tot-Hb*]と$\Delta V_{bv}$ は同位相の hPod に寄与し、異符号の寄与を示す$\Delta SO_2$ と$\Delta\alpha_{O2}$ と$\Delta c$ は逆位相の hPod に寄与することがわかる。このモデルより、hPod の生後発達に関して、次のようなメカニズムが考えられる。新生児期には、$\Delta$[*tot-Hb*]と$\Delta V_{bv}$ が同位相の hPod に寄与し、生後すぐに$\Delta SO_2$ の寄与の増加により、逆位相方向へと hPod が変化する。生後２ヶ月以降、毛細管の発達により$\Delta\alpha_{O2}$ と$\Delta c$ の寄与が大きくなるが、血流量が酸素消費を十分に上回るとすれば、主に$\Delta c$ の寄与により逆位相方向への hPod の変化が続く。

さらに、自発的な神経活動、脳血管の血流動態、酸素代謝を考慮した力学モデルを構築し、非線形微分方程式の計算機シミュレーションを行い、多数のパラメーターを探索的に変化させ、hPod の発達の変化のメカニズムを明らかにすることを試みる。これらより、fNIRS を用いた hPod が、脳活動、脳血流、代謝の発達を鋭敏に表す指標となりうる事を示したい。

# 前頭葉における脳萎縮と脳血液量変化の比較

清水祐介 1)，高橋真悟 1)，児玉直樹 1)，竹内裕之 1)
1)高崎健康福祉大学大学院

[目的]
脳萎縮が進行すると脳脊髄液量は増加する．そのため，MRI 画像を用いた脳脊髄液量の計測が脳萎縮の早期発見や脳変性疾患の診断に有用である．近年，近赤外光計測技術が開発され，非侵襲かつ簡便に脳活動を計測できるようになった．本研究では MRI 画像を用いて計測した脳脊髄液の長さと近赤外光を用いて計測した脳血液量について比較し，脳萎縮の早期発見に有用であるか検討した．

[方法]
対象はアルツハイマー型認知症とし，MRI 画像を用いて計測した脳脊髄液の長さにより 2 群に分けた．また，頭部近赤外光計測装置（HOT-121B）を用いて語流暢性課題とストループ課題実施時の脳血液量を計測した．計測プロトコルは 0~30 秒を安静，30~60 秒を統制条件課題，60~90 秒を課題，90~120 秒を再度統制条件課題とした．なお、課題実施時の脳血液量の値から 統制条件課題実施時の脳血液量の値を引いたものを脳血液増加量とした．

[結果]
語流暢性課題において，右前頭前野である Fp2 の脳血液量に有意な差は認められなかったが，左前頭前野である Fp1 の脳血液量において 2 群の間に有意な差が認められた（$p = 0.038$）．ストループ課題においては，Fp1，Fp2 の脳血液量において 2 群間に有意な差は認められなかった．また，課題成績においても両群間に有意な差は認められなかった．

[考察]
ストループ課題実施時における Fp1，Fp2 の脳血液増加量において 2 群間に有意な差は認められず，語流暢性課題実施時における Fp1 の脳血液増加量に有意な差が認められたことから，脳萎縮の早期発見には語流暢性課題遂行時における脳血液量の評価が有用であると考えられる．また，語流暢性課題成績において両群間に有意な差が認められず，Fp1 における脳血液増加量に有意な差が認められたことから，課題成績より左前頭前野の脳血液量の評価を行うことが重要であると考えられる．

# P2-1

## 行動抑制における定型発達児と ADHD 児の脳活動の違い

### ～定型発達児 vs 薬剤 naïve/non-naïve ADHD の比較～

池田尚広 [1], 門田行史 [1,2,3], 徳田竜也 [2], 山岸佑也 [1], 長嶋雅子 [1]
宇賀美奈子 [2,4], 檀一平太 [2], 下泉秀夫 [5], 山形崇倫 [1]
[1] 自治医科大学　小児科学, [2] 中央大学　人間総合理工学科, [3] 国際医療福祉大学病院　小児科
[4] 自治医科大学医学部先端医療技術開発センター, [5] 国際医療福祉大学リハビリセンター

【はじめに】我々は先行研究において、fNIRS を用いて Go/Nogo 課題遂行中にコントロール児では右前頭前野の Oxy-Hb レベルが統計学的に有意に上昇し、行動抑制を中心病態とする小児発達障害である注意欠如多動症(attention deficit/hyperactivity disorder：ADHD）群では上昇しないことを可視化した（Monden, et al. 2012)。

次に、コントロール群と ADHD 群の群間解析で有意差のあった右 CH6 と 10 における Oxy-Hb レベルにカットオフ値を設定した結果、個人レベルで ADHD を高い精度で判別可能（感度 90% 特異度 70% 判別率 80% AUC 0.85）であることを明らかにした（Monden et al. 2015)。しかしながら、この報告の limitation として、ADHD の治療薬内服歴がある症例（non-naïve ADHD）のみを集めたため、近年報告されている治療薬長期内服による影響を除外できていない点が挙げられる。そこで、今回は ADHD 治療薬内服歴のない症例（naïve-ADHD）を対象として先行研究と同じ検査を実施し、ADHD 判別精度を検証した。その結果、本 fNIRS 計測系における治療開始前 ADHD 診断ツールとしての有用性を検証する。また、non-naïve と naiveADHD の個人レベルの脳機能変化から治療薬の長期内服効果を考察する。

【対象・方法】IQ＞70、右利きである、naïve-ADHD 児 20 名と、年齢・性別を統計学的にマッチさせた定型発達児 20 名を対象とした。Go/Nogo 課題（ブロックデザイン）中に fNIRS 計測を行い、ターゲット課題時に見られる Oxy-Hb 濃度変化にカットオフ値を設定し、最も ADHD 判別率が高い値を探索した。

【結果・考察】Monden et al. 2015 と同様に、右 CH6 と 10 における Oxy-Hb レベルにカットオフ値を設定した結果、naïve が non-naïve に比べて高い精度で判別可能であった（感度 90% 特異度 81% 判別率 85.5% AUC 0.92)。実臨床で汎用されている ADHD 判別ツールの判別率は 80%程度であり、本計測系は高い有用性を持つと考えられた。また、non-naïve に比べて naiveADHD では感度・特異度が高く、右前頭前野機能によって定型発達児との判別がしやすかった。non-naïve における ADHD 治療薬の長期内服効果の影響が示唆された。

# 幼児における COMT 遺伝子多型と前頭前野の活動の関連

森口佑介 [1]・篠原郁子 [2]
1 京都大学　2 国立教育政策研究所

## 問題・目的

実行機能とは，目標到達のために行動を制御する能力を指す。幼児期や児童期の実行機能の個人差は後の学力や友人関係などを予測するため，この能力の個人差が生み出される発達機序の理解は急務である。我々はこれまで，幼児を対象に，実行機能の発達の脳内機構を検討してきた。その結果，幼児期の実行機能の発達と外側前頭前野の活動には関係があることを明らかにしてきた(Moriguchi & Hiraki, 2009, 2011)。本研究では，幼児期の前頭前野の活動の個人差を検討するために，遺伝子多型に注目した。遺伝子多型とは，DNA配列の個人差のことを指し，ある多型を持つ人は，別の多型を持つ人よりも，脳神経基盤である前頭前野を強く活動させるため，実行機能課題の成績が良い(Malhotra et al., 2002)。本研究では，COMT（カテコール-O-メチルトランスフェラーゼ ）遺伝子に注目する。COMT遺伝子はドーパミン作用を不活性化するCOMTという酵素をコードする。この遺伝子において，Met-Met多型を持つ成人は，Met-Val多型やVal-Val多型を持つ成人よりも，認知的柔軟性課題の成績がよい(Mier et al., 2010)。一方で，子どもにおいては，その働きが逆転するという知見もある。本研究では，子どものCOMT遺伝子を解析し，認知的柔軟性課題の成績や，近赤外分光法で計測した課題時の外側前頭前野の活動との関係およびその発達的変化を検討した。

## 方法

研究には幼児10名が参加した。幼児は，子ども向け認知的柔軟性課題であるDimensional Change Card Sort(DCCS, Zelazo, 2006)を与えられた。この課題には，課題負荷に応じて3つのレベルがあり，課題の成績と外側前頭前野の活動との関係が示されている(Moriguchi et al., 2014)。本研究では，COMT遺伝子多型と，DCCS課題の成績および外側前頭前野の関係を検討した。

脳活動は，Spectratech社のOEG-16を用いて，国際10-20法のF3/4およびF7/8の領域の活動に焦点をあてた。

## 結果

10名のうち，Met/Met多型が1名，Met/Val多型が4名，Val/Val多型が5名であった。そのため，Met型を持つか否かで，Met群とVal群に分類した。

まず行動課題の成績についてであるが，DCCS課題のレベル１およびレベル２は正答率が極めて高かったため，レベル3のみ解析した。その結果，Met群の正答率4とVal群の成績は，ほぼ同等であった(Met群30%，Val群35%)。脳活動に関しては，両群ともにF7/8領域において活動の上昇が認められた。今後データを追加することによって，両群の違いを検討したいと考えている。

# P2-3

## 健常若年者および認知症患者における 2 つの装置を用いた脳血液量比較

高橋　真悟[1)]，清水　祐介[2)]，児玉　直樹[2)]，竹内　裕之[2)]

1）高崎健康福祉大学大学院　健康福祉学研究科　保健福祉学専攻

２)高崎健康福祉大学大学院　健康福祉学研究科　医療福祉情報学専攻

Shingo Takahashi[1)], Yusuke Shimizu[2)]， Naoki Kodama[2)]， Hiroshi Takeuchi[2)]

1,2) Takasaki University of Health and Welfare

【目的】

現在，認知症患者は増加し続けており，厚生労働省は団塊の世代が 75 歳以上となる 2025（平成 37）年を見据え，新たに新オレンジプランを関係 11 府省庁と共同で策定した。認知症については今後，早期発見や新たな検査法が重要である。我々はこれまで認知症患者における脳血液量計測を行ってきたが，使用した装置は HOT121B だけで計測してきた。

本研究では，アルツハイマー型認知症患者および健常若年者を対象に，頭部近赤外光計測装置（HOT121B）とウェアラブル光トポグラフィ（WOT100）の脳血液量データを比較したので報告する。

【方法】

本研究の対象は，HOT121B については認知症患者 50 名（MMSE：12.5±5.2），健常若年者 21 名，WOT100 では認知症患者 38 名（MMSE : 18.5 ±3.5），健常若年者 20 名である。計測プロトコルは 0～30 秒を統制条件課題，30～60 秒を課題（カテゴリー流暢性課題），60～90 秒を再度統制条件課題である。また，カテゴリー流暢性課題の平均値から統制条件課題の平均値を引いた値を変化量とした。HOT121B については 1 波長でサンプリングレートは 100ms, WOT100 については 2 波長であり，サンプリングレートは 200ms となっている。WOT100 については酸化ヘモグロビンを指標とした。計測部位は両装置とも左右の前頭前野領域である。

【結果】

HOT121B については，健常若年者の左前頭前野領域において統制条件課題とカテゴリー流暢性課題に有意な血液量の差がみられ，変化量では左側において健常若年者と認知症患者に有意な差が認められている[(1)]。WOT については健常若年者の左右前頭前野領域においてカテゴリー流暢性課題で有意な増加が認められた。変化量では HOT121B と同様に左側において健常若年者と認知症患者に有意な差が認められた。認知症患者については両装置ともレストとタスクに有意な差は認められなかった。

【考察】

本研究では，どちらの装置とも左前頭前野領域において健常若年者と認知症患者に有意な差が認められたことから，認知症患者に対する脳血液量計測は波長数が異なっても影響はないと考えられ，健常若年者においても同様な結果が得られるものと考えられる。本研究では，WOT100 は酸化ヘモグロビンで検討を行ったため，トータルヘモグロビンについても検討を行う必要がある。また，今後，健常高齢者の脳血液量についても計測を行うべきであると考えられる。

【倫理的配慮】

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

【参考文献】

1）高橋真悟・他：「近赤外光を用いた認知症患者における前頭前野血液量の検討」，電学論 C, Vol.134, No.1,pp.35-40 (2014)

# 健常高齢者の前頭前野のタスク前賦活と認知機能の関連性

大星有美[1]、菊知充[2]、河合正好[3]、尾内康臣[1]
[1]浜松医科大学 生体機能イメージング研究室
[2]金沢大学 子どものこころの発達研究センター [3]常葉大学 作業療法学科

【背景と目的】

我々は、視覚性作業記憶課題（VWMT）におけるタスク前期間（pre-task）とタスク期間での前頭前野賦活について健常若年者と高齢者間で比較検討を行い、両者ともにpre-task賦活とタスク正答率が正相関したことを報告した。本研究では、健常高齢者での pre-task賦活と認知機能との関係をさらに詳細に検討するため、n-back 要素を持つ VWMT を作成し、pre-task 及びタスクによる脳賦活の相違と、それぞれの脳賦活と認知機能指標との関係を調べた。また、タスクへの習熟や慣れの影響を評価するため、測定回数に伴い pre-task及びタスクによる脳賦活にどのような変化がみられるかを明らかにすることを試みた。

【方法】

健常高齢者 63 名（平均年齢 73 歳）を対象とし、3 回（測定 1・2・3）の VWMT（3block構成／1 測定）時の前頭前野の脳血流変化を OEG-SpO$_2$（16 チャンネル、Spectratech 社）によって計測した。認知機能検査として、MMSE、FAB、リバーミード日常記憶検査（RBMT）、VFT、TMT-A/B、WMS-R 論理的記憶、レーブン色彩マトリックス検査、数唱を行った。解析は、酸素化ヘモグロビン濃度変化（Δ[oxy-Hb]）を脳血流変化の指標とし、各測定回のblock2・block3 の pre-task（pre-Δ[oxy-Hb]）とタスク（t-Δ[oxy-Hb]）の加算平均値をチャンネルごとに比較した（t 検定）。3 測定間での pre-Δ[oxy-Hb]・t-Δ[oxy-Hb]の変化の解析には分散分析及び事後検定を行った。また、pre-Δ[oxy-Hb]・t-Δ[oxy-Hb]と認知機能検査得点間の相関を解析した。統計的有意水準は $p<0.05$ とした。

【結果及び考察】

いずれの測定回においても、pre-Δ[oxy-Hb]は前頭極部（ch8）で t-Δ[oxy-Hb]よりも、t-Δ[oxy-Hb] は前頭前野外側部（ch1/3/15/16）で pre-Δ[oxy-Hb]よりも有意に値が大きかった。3 測定間の比較では、pre-Δ[oxy-Hb]の有意な変化は認められず、t-Δ[oxy-Hb]は測定 3で、全チャンネルで減少を示した（有意な減少ではないチャンネルも含む）。pre-Δ[oxy-Hb]と認知機能検査得点との相関解析では、ch8 を含む前頭極部の pre-Δ[oxy-Hb]と TMT-B 反応時間間で負の相関が認められた。これらのことから、前頭極はタスク開始前の注意集中時に働き、タスクによる付加的な脳賦活はみられず、タスク時には前頭前野外側部の働きが主となること、タスク繰り返しによる減少はタスク前期間よりもタスク期間の賦活で大きいことが示された。また、pre-Δ[oxy-Hb]と TMT-B 反応時間との関係から、本研究においても前頭極の pre-Δ[oxy-Hb]の値は、高齢者の前頭前野機能の指標の一つとなる可能性が示唆された。

**P2-5**

# 定常負荷の粗大運動における前頭前野の酸素化ヘモグロビンの変化
## －異なる運動強度での比較－

竹原奈那 1)，椿淳裕 1)，山崎雄大 1)，金谷知晶 1)，佐藤大輔 1)，森下慎一郎 1)，久保雅義 1)，大西秀明 1)

1) 新潟医療福祉大学　運動機能医科学研究所

【背景】近赤外線分光法（NIRS）は，大脳皮質のヘモグロビン動態を計測する手法である．NIRS で得られる酸素化ヘモグロビン（$O_2Hb$）は，神経血管カップリングを背景に，脳の神経活動の二次的指標として多く用いられている．先行研究より，運動は前頭前野（PFC）の $O_2Hb$ を増加させ，神経可塑性と認知機能を改善させるうえで有効であると考えられ，リハビリテーションに応用されている．しかし，異なる強度による定常負荷時の PFC の $O_2Hb$ 変化の違いを報告したものはない．これを明らかにすることは，認知機能改善に対する粗大運動の効果の基礎的な知見になると考える．そこで本研究は，異なる運動強度による定常負荷の粗大運動を行い，PFC の $O_2Hb$ の変化の違いを明らかにすることを目的とした．

【方法】被験者は健常成人 13 名（女性 8 名，21.2±0.6 歳）とした．課題運動は自転車エルゴメータ駆動とし，180 秒の運動前安静の後，600 秒の運動を行い，運動後には 600 秒の運動後安静を設けた．運動強度は低強度，中強度，高強度の 3 種類とし，それぞれ最高酸素摂取量の 30%，50%，70%とした．関心領域は PFC とし，PFC の $O_2Hb$ を脳酸素モニタ（OMM-3000/16）により計測した．得られたデータから，運動前安静 180 秒間の平均値からの変化量を算出し，10 秒毎に平均した．PFC に相当する 5 チャネルの $O_2Hb$ を平均し，運動開始から 180 秒までの最低値，運動開始 180 秒から運動終了までの最高値，運動後安静 600 秒の平均値を求め，強度間で比較した．統計処理は，クラスカル・ワーリス検定後に事後検定として Steel-Dwass を使用した．有意水準は 5%とした．

【結果】低強度および中強度運動において，運動開始直後に一過性の $O_2Hb$ の低下が確認でき，その後，運動終了まで $O_2Hb$ が増加し，運動後安静においても $O_2Hb$ が高値を示すような波形が確認できたが（図 1a，図 1b），高強度運動では，異なる変化がみられた（図 1c）．運動強度間の比較では，運動開始から 180 秒までの最低値において，低強度は，高強度と比較して有意に $O_2Hb$ が低く（$p<0.05$，図 2a），運動開始 180 秒から運動終了までの最高値において，中強度は，低強度と比較して有意に $O_2Hb$ が高かった（$p<0.05$，図 2b）．運動後安静においては，強度間に有意な差が認められなかった（$p=0.1$，図 2c）

【結論】異なる運動強度による定常負荷の粗大運動を行い，PFC の $O_2Hb$ の変化を比較した．運動初期の $O_2Hb$ の一過性の低下は低強度が高強度に比べて大きく，運動中の $O_2Hb$ の増加は中強度が低強度よりも大きいことが示された．

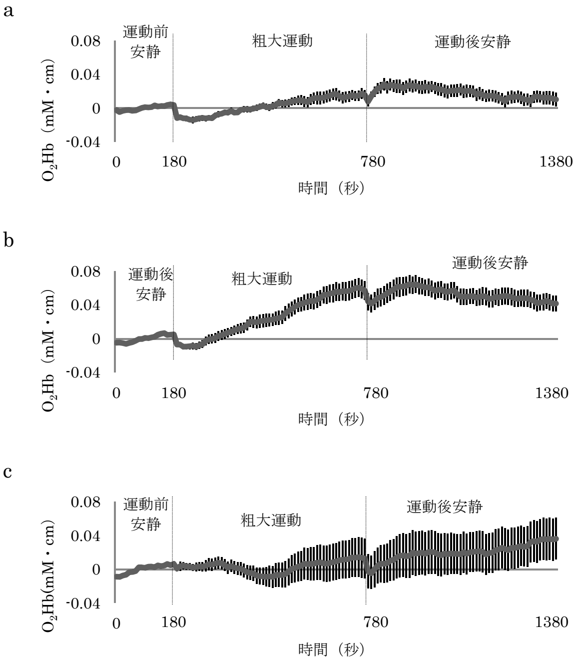



図 1　経時的な PFC の $O_2Hb$ の変化

a 低強度　b 中強度　c 高強度　平均値±標準誤差

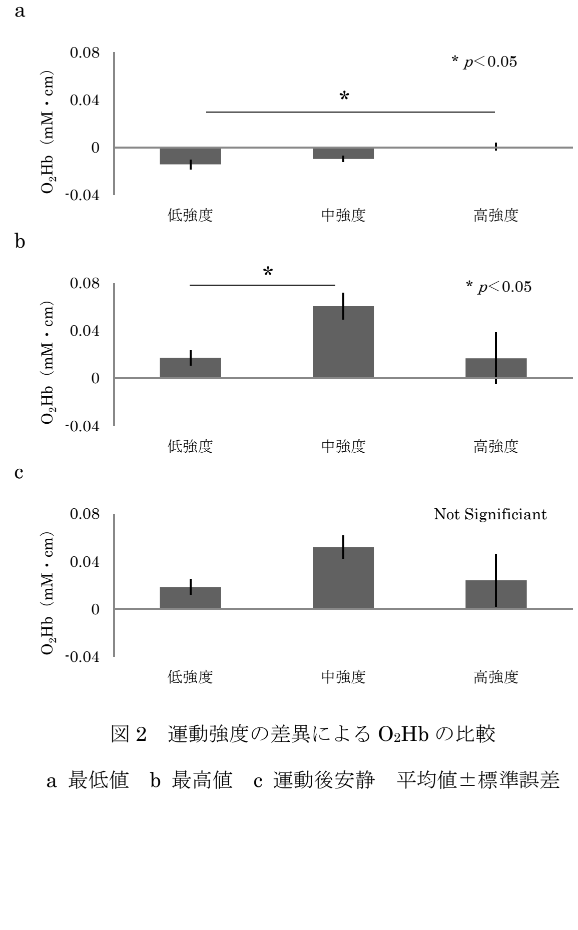



図 2　運動強度の差異による $O_2Hb$ の比較

a 最低値　b 最高値　c 運動後安静　平均値±標準誤差

# 動作特異的局所ジストニアに対する NIRS を用いた脳機能評価および病態の検討

竹田信彦、　堀澤士郎、　花田朋子、　佐々木寿之、　平　孝臣、川俣貴一
東京女子医科大学脳神経外科

背景：動作特異的局所ジストニアは通常は明らかな運動機能異常はみとめないが、書字や楽器演奏など特定の動作の時のみに不随意に筋緊張が亢進する疾患である。その病態ははっきりと解明されていないが、大脳基底核、視床から小脳、大脳皮質にわたる回路の異常が疑われ、fMRI などでの検討が行われている。今回、動作特異性に着目し、時間分解能に優れ、楽器演奏時でも評価可能な NIRS を用いて、ジストニア症状出現時の脳活動の検討を行った。
対象：動作特異的局所ジストニア 4 例。37 歳から 56 歳までの男性 1 名、女性 3 名。
方法：安静時、全患者共通課題として指折りとキーボード操作時、患者固有の症状が出現する書字や楽器演奏などの課題時に NIRS による脳機能計測を行い比較した。また健常者 3 名との比較も行った。
結果：ジストニア例では動作時にmotor areaのみならずsensory area,frontal areaの賦活がある傾向があった。Controlは安静時と比較して動作時にmotor area賦活あるがsensory area、frontal areaの賦活少なかった.。Thalamotomy術後、動作時にfrontal area, sensory areaの賦活は低下するものが多いがmotor area含め不変あるいは増加例もあった。ジストニア例では通常の随意運動が抑制され、感覚入力が引き金となり、決まった運動パターンが誘発されている可能性が示唆された。
考察：脳機能評価法としては fMRI が普及しておりジストニアについても報告が散見される。動作特異性局所ジストニアはある動作時のみに症状が出現し、その病態がはっきりしていない。fMRI は空間分解能が高く、脳深部や小脳の賦活状態を評価できる点で有効だが、MRI 内では楽器演奏は困難で、症状のダイナミックな変化も追いにくい。時間分解脳の高い NIRS を用いることである動作時の賦活状態の変化を捉えることができ、MRI では不可能な楽器演奏時の評価も行うことができた。症例数が少なく、統計学的評価としても不十分だが、ジストニアの病態が感覚野や運動前野含めた多領域の大脳皮質にも影響している事が示唆された。NIRS は今後のジストニアの脳機能評価法として有効と考える。

# fNIRSによる瞑想中の脳活動の計測

藤井 聖香*，日和 悟*，廣安 知之*
*同志社大学生命医科学部

【目的】

「マインドフルネス」とは，「今起きていることに能動的に注意を向けること」であり，その実現手段としてマインドフルネス瞑想が挙げられる．マインドフルネス瞑想はストレス低減や集中力向上の効果があるため，注目されている．そこで，著者らはマインドフルネス瞑想の注意制御の機能に注目し，瞑想経験の無い初心者が数息観という簡易な瞑想によってどのような効果を得ることができるかを検討した．

【方法】

近赤外分光法（functional Near Infrared Spectroscopy: fNIRS）を用いて，被験者4名に対して数息観中の脳活動を測定した．安静時（60[s]）は閉眼・椅座の状態を保ち，課題時（60[s]）は閉眼・椅座で数息観を行う．安静時と課題時を3回繰り返す実験設計を用いた．計測装置にはfNIRS装置（ETG-7100：日立メディコ製）を使用し，前頭部（22ch），両側頭部（各24ch），頭頂部（22ch）で計測を行った．また，被験者はマインドフルネス指標としてFive Facet Mindfulness Questionnaire（FFMQ）を行った．

【結果】

FFMQの点数が高い被験者は背外側前頭前野で課題時に脳血流が上昇し，安静時に下降する傾向が見られた．また，左右で比較して左背外側前頭部が優位であった．一方，点数の低い被験者は，左背外側前頭前野では同様の傾向が見られなかった．図1に点数の高い被験者Aと点数の低い被験者Bの前頭部の脳血流変化を示す．

マインドフルネスでは，注意を制御する背外側前頭前野が関連する．よって，被験者Aは背外側前頭前野が活性していたため，課題時に呼吸への注意を維持できていた可能性が示唆される．また，被験者AはFFMQの点数が被験者Bよりも高く，注意制御に長けている可能性が考えられる．

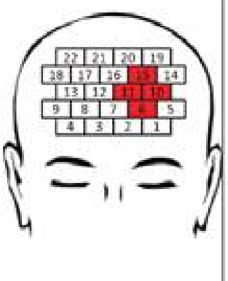
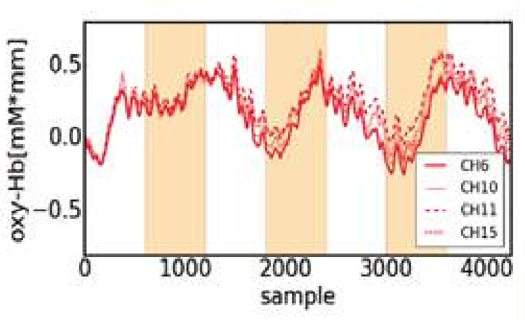
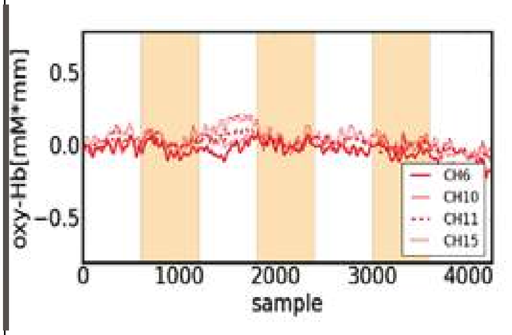
| | 被験者A | 被験者B |
|---|---|---|
|  |  |  |
| FFMQ | 131 | 94 |

図1. 脳血流とFFMQアンケート

# よい顎の位置は脳血液量を改善する　－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）武蔵野学院大学教授

（元北海道大学大学院医学研究科脳科学専攻機能分子学分野教授）　　4）大阪大学名誉教授

## はじめに・目的

国民の３人に１人は，身体的問題（頭痛，首こり，肩こり，腰痛，めまいなど）や心の問題（躁鬱病・鬱病・不安神経症など）に悩まされているとの報告がある．現状は明確な原因が分からず対症療法中心のいわゆる不定愁訴という医療の谷間に落とし込まれているケースも見受ける．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，下顎の位置から来ることを発見した．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．上記の症状に留まらず，花粉症・アトピー性皮膚炎などのアレルギー疾患の改善．血糖値・生理不順など内分泌系の改善．顔のしわが減った・小顔になったなど美容面や健康長寿を延ばすアンチエイジングにも効果があることが分かった．これらの症状改善には脳血液量，脳機能の向上が大きく関与していると考える．下顎位是正治療の脳活動への影響はすでに，２００５年丸山剛郎と武蔵野学院大学教授澤口俊之が（当時北海道大学大学院医学研究科脳科学専攻機能分子学分野教授時代）ｆ－ＭＲＩを用いた共同研究で脳血液量の改善，ワーキングメモリーの改善の報告を行っている．本研究は下顎位是正で脳血液量がどう変化するか光トポグラフィを用いて検証する．

## 方法

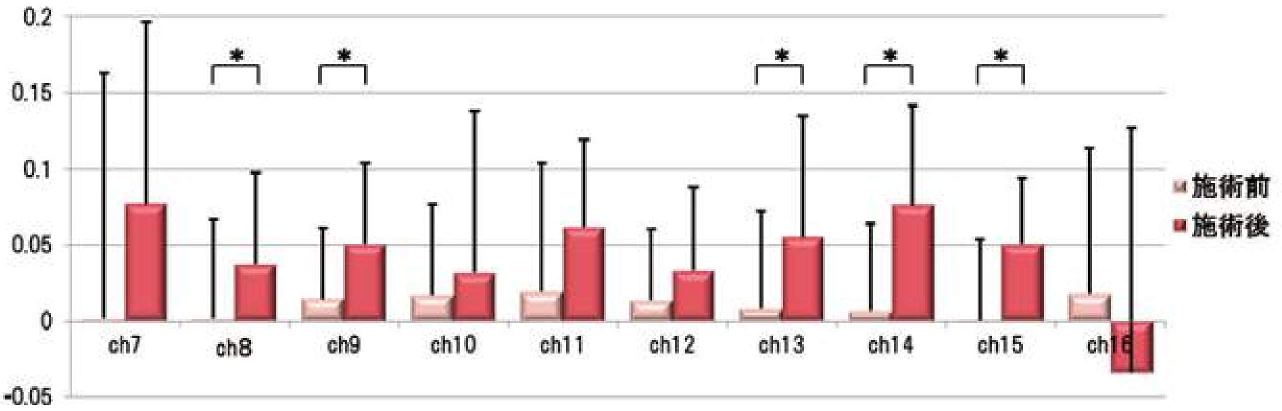
丸山剛郎大阪大学名誉教授の指導の下，平成 25 年５月から 28 年 4 月まで下顎位是正治療を行った９０名中，同意を得た術前脳血液量不良患者５１名の術前・下顎位是正装置装着１～３カ月後の前頭前野の血液量の変化を観察した．術前光トポ画像で良好と思われた 39 名は削除した．下顎位是正装置は丸山剛郎大阪大学名誉教授考案 MFA（Mandibular positioning appliance）を用いた．脳血液量の計測には WTO－100（日立ハイテク社製）を，ワーキングメモリー課題の呈示には刺激呈示ユニット SP-POST01（日立ハイテク社製）を使用した．データ解析には Platform for Optical Topography Analysis Tools（POTATo）を用いた．これは課題提示開始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

施術前、後の各チャンネルの血液量変化を図１に示す．ｃｈ８・９・１３・１４・１５で施術前に比べ施術後で有意な増加を認めた．（多重比較補正として、Bonferroni 法を用いた）

## 考察・まとめ

施術後に有意な脳血液量増加を認めた背景には，ヒトは進化の過程で四足歩行から直立二足歩行になり，５キロから７キロの頭が地面から最も高い位置に来たことで構造学上不安定な体形となった．下顎は頭蓋骨の前下方にぶら下がり，頭位の安定を図る役割，すなわちバランサーとしての役目も果たすこととなった．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．結果首こりが起り内頚・外頚動静脈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身体に対して前後的・側方的に安定し頸部周囲筋の緊張を取り，結果脳血液量の改善に繋がる．下顎の位置は脳・身体に影響を及ぼすことが改めて示唆された．




（図１）　＊p＜0.005

P2-9

# 運動学習における最適な注意の向け方の個人差を反映した右背外側前頭前野活動

櫻田 武 [1),2)]、後藤 彩 [1),3)]、山本 紳一郎 [3)]、平井 真洋 [1)]

1) 自治医科大学 脳機能研究部門、2) 自治医科大学 脳神経外科、3) 芝浦工業大学 システム理工学部 生命科学科

## 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，最適な注意の向け方には個人差があることを報告している．[3]

このような認知機能に関する個人差は，効率的な運動パフォーマンス向上を実現するために，個々人の最適な注意の向け方を判別することの重要性を意味する．個人差の判別方法として質問紙が用いられた例があるが，[3] これは主観性の高さが問題点として指摘される．

この問題を解決するためには，より客観的な指標に基づく最適な注意の向け方の判別が必要である．一つのアプローチとして脳活動に着目することが有効である．我々は，Functional Near Infrared Spectroscopy (fNIRS）を用いて，注意の向け方の個人差には右背外側前頭前野の活動が関与していることを明らかにしつつある．そこで本研究では，前頭前野に関心領域を絞り，その神経の活動をfNIRSにより計測する．これにより，簡易的かつ客観的に個々人の最適な注意の向け方を判別する手法の確立を目指す．

## 2. 実験

### 2.1. 参加者および実験環境

健常成人14名が参加した．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，右人差し指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条件では右手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の間の面積を運動誤差として算出し，Post-phase 9試行分の平均誤差を求めた．この指標に基づきIF条件において運動誤差が小さい被検者をIF群，EF条件において運動誤差が小さい被検者を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．

被検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群は6名，EF群は8名となった．各群におけるIF/EF条件の結果をFig.1に示す．ボンフェローニ多重比較検定の結果，IF群において有意な条件間差が認められた（$p < 0.05$)．一方で，EF群においては有意差がなかった（$p = 0.32$).

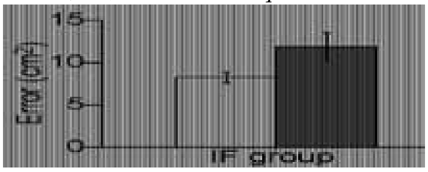



Fig. 1 各群の運動学習保持効果

### 3.2. fNIRS課題

各群における，IF/EF条件での右背外側前頭前野の活動をFig.2に示す．時刻 0 は運動開始を示す．IF群においては，EF条件よりもIF条件において低い脳活動が観察され，その傾向はEF群において逆転した．

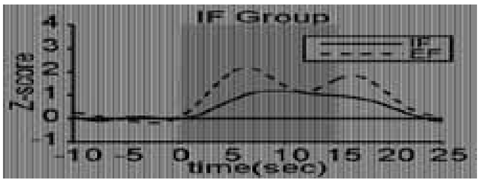



Fig. 2 右背外側前頭前野の活動

## 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]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．[4] 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である．

さらに最適な注意の向け方は運動中の脳活動にも反映された．運動学習と脳活動の関係性について，運動パフォーマンスが向上するにつれて，前頭前野活動が低下することが報告されている．[5] したがって，個々人にとって慣れた注意の向け方を採用して運動した場合に高いパフォーマンスが実現し，それに伴って右背外側前頭前野の活動が低下したと解釈できる．さらに，本領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．

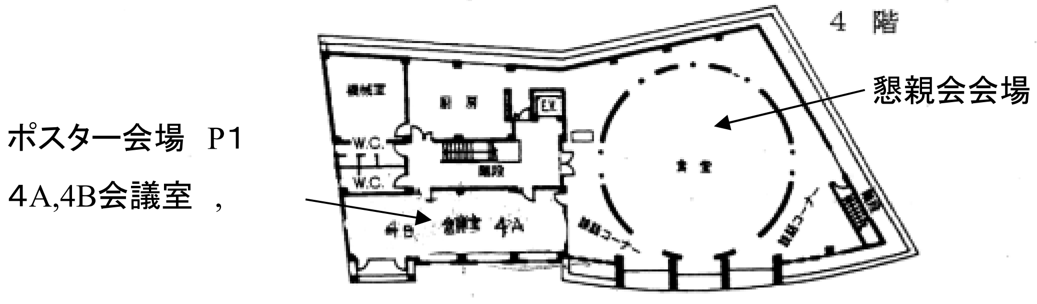
### 参考文献

[1] Wulf et al., *J Mot Behav.*, 1998.
[2] Wulf, *Int Rev Sport Exerc Psychol.*, 2013.
[3] Sakurada et al., *Exp Brain Res.*, 2015.
[4] Maurer and Munzert, *Hum Mov Sci.*, 2013.
[5] Gentili et al., *Front Hum Neursci.*, 2013.
[6] Miller and Buschman, *Curr Opin Neurobiol.*, 2013.

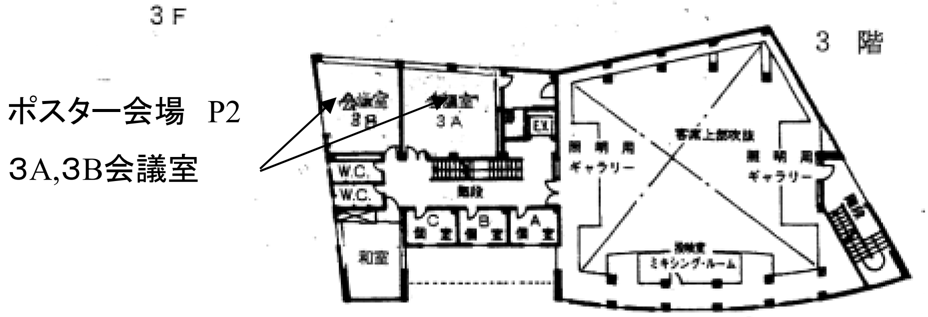
# 第19回 日本光脳機能イメージング学会 学術集会会場　星陵会館

## 施設案内（各階平面図）

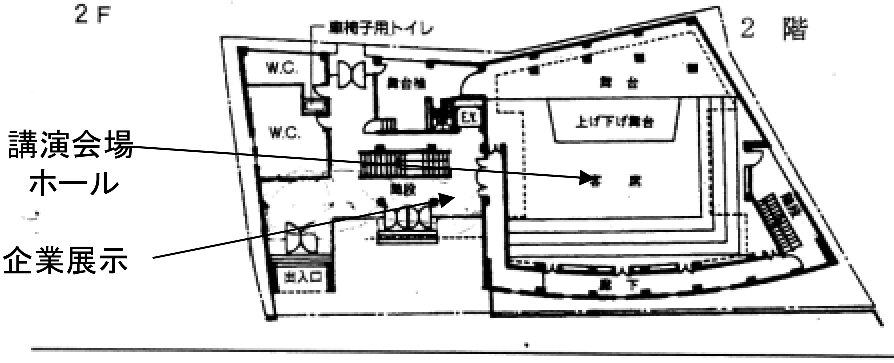
4F



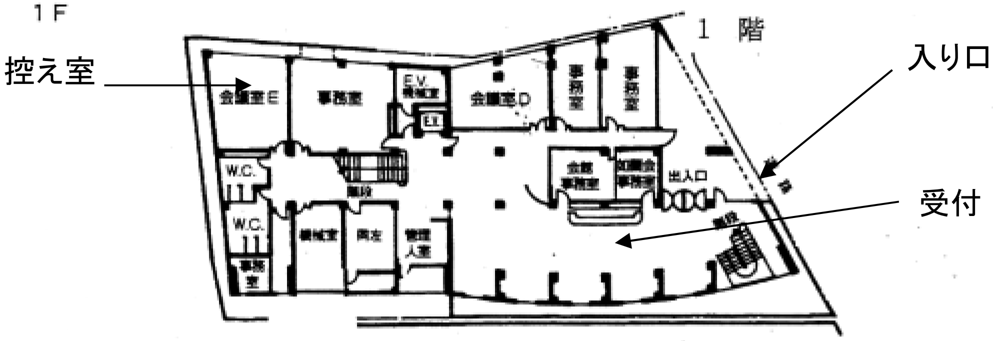

3F




2F




1F



## 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。