

前頭葉機能障害における訓練効果評価法の検討 — 近赤外分光法を用いる可能性について —

中 谷 敬 明・米 本 清・陳 浩

A Study of Method for Assessing the Effects of Training for the Frontal Lobe Dysfunction — The Possibility of Using Near-infrared Spectroscopy —

Takaharu NAKAYA, Kiyoshi YONEMOTO, Hao CHEN

前頭葉は人間の随意運動の企画や調整に関係深く、その障害は日常生活や社会生活への影響が大きい。前頭葉機能障害でよく認められる社会的行動障害は日常生活や職業復帰への阻害要因と考えられ、様々なリハビリテーション訓練が試みられている。しかし、社会的行動障害を評価する神経心理学的検査の結果は前頭葉機能障害によって影響される場合のあることが指摘されており、訓練効果判定法として十分でない。そのため、安定的な訓練効果測定法が求められている。

本研究では8名の健常者と2名の高次脳機能障害者に運動課題を実施し、課題負荷時と休憩時の前頭前野の活動を近赤外分光法にて測定した。その結果、健常者では条件間に有意な差が認められた。これは近赤外分光法による脳活動測定が訓練効果判定指標に利用できる可能性を示唆していると考えられた。

キーワード：訓練効果、評価法、前頭葉機能障害、社会的行動障害、近赤外分光法

Frontal lobe is deeply related to a plan and regulation of voluntary movement. Disturbances in social behavior which frequently found in frontal lobe dysfunction are considered impediments to returning to daily life and work. Therefore, range of different training(rehabilitations) for these disturbances is attempted. However, neuropsychological tests that evaluate disturbances in social behavior are not effective enough as a method of training evaluation, because current research indicates that the result of neuropsychological tests sometimes influenced by frontal lobe dysfunction. Then consistent method of training evaluation is required.

In this study, eight normal adults and two adults with higher brain dysfunction were served as participants and asked to perform the motor task. The prefrontal cortex activity during the task and the rest was measured using near-infrared spectroscopy(NIRS). As a result, there is significant difference between conditions in normal participants. This result indicated that measuring brain activity using near-infrared spectroscopy have the potential to assess the effects of training for the frontal lobe dysfunction.

Keywords: method for assessing, the effects of training, frontal lobe dysfunction, disturbances in social behavior, near-infrared spectroscopy(NIRS)

中 谷 敬 明 (なかやたかはる)	岩手県立大学 社会福祉学部 講師
米 本 清 (よねもとよし)	岩手県立大学 社会福祉学部 教授
陳 浩 (チェンハオ)	岩手県立大学 社会福祉学部

1. はじめに

2001年度から5年間実施された国（厚生労働省）による「高次脳機能障害支援モデル事業」の後、高次脳機能障害者への社会支援体制が整備され、各地の拠点機関への相談件数が増加している³⁾。橋本は2008年に実施された東京都高次脳機能障害実態調査の結果から全国に約50万人の高次脳機能障害者の存在を推計し、これらの高次脳機能障害者への医学的リハビリテーションと社会支援体制の充実を求めている²⁾。

この高次脳機能障害者に認められる社会的行動障害には前頭葉（前頭前野）損傷が関与しており、医学的/職業的リハビリテーションにおいて治療/訓練対象とされる症状のひとつである^{7) 18) 20)}（表1）。高次脳機能障害者支援の手引⁸⁾では、医学的リハビリテーションの項目で依存性・退行、欲求コントロール低下、感情コントロール低下、対人技能拙劣、固執性、意欲・発動性の低下、抑うつ、感情失禁等の症状を提示しその評価と対応に触れて、社会的行動障害の日常生活への影響を説明している。また、職業リハビリテーションの項目では対人関係を円滑に構築することができない「適応」の問題と関連させて、社会生活への影響を説明している。他に、社会的行動障害の存在はリハビリテーションを継続できなくなる^{7) 20)}、看護師が対応に苦慮する¹³⁾、職業復帰・社会復帰や家庭生活を送るうえでの阻害要因であり、いまだ困難な問題として残されている¹⁸⁾ことが報告されている。また、高次脳機能障害者の重症度と就労率を検討した丸石らは、認知機能に差を認めない同じ障害等級内でも就労者と非就労者が存在することを指摘した⁹⁾。その存在要因に、「社会的行動障害があれば労働力をかなりの程度喪失する」という自賠責保険における高次脳機能障害認定システム検討委員会の指摘をあげている⁵⁾。このように、社会的行動障害は高次脳機能障害者の日常生活/社会生活や職業復帰において大きな影響を及ぼしており、その治療/訓練方法の確立が現在注目されている。

ところで、“高次脳機能障害”とは脳損傷に起因する認知障害全般を指し、単症状としての失語・失行・失認・注意障害・記憶障害・遂行機能障害などが含まれた学術用語であるが、本研究では、「高次脳機能障害支援モデル事業」が2004年に定義した“行政的”診断基準に基づいた認知障害とする¹⁰⁾（表2）。

表1 高次脳機能障害診断基準による社会的行動障害

- ・意欲・発動性の低下
- ・情動コントロールの障害
- ・対人関係の障害
- ・依存的行動
- ・固執

表2 行政的な高次脳機能障害の診断基準

- I. 主要症状等
 1. 脳の器質的病変の原因となる事故による受傷や疾病の発症の事実が確認されている。
 2. 現在、日常生活または社会生活に制約があり、その主たる原因が記憶障害、注意障害、遂行機能障害、社会的行動障害などの認知障害である。
- II. 検査所見

MRI、CT、脳波などにより認知障害の原因と考えられる脳の器質的病変の存在が確認されているか、あるいは診断書により脳の器質的病変が存在したと確認できる。
- III. 除外項目
 1. 脳の器質的病変に基づく認知障害のうち、身体障害として認定可能である症状を有するが上記主要症状（I-2）を欠く者は除外する。
 2. 診断にあたり、受傷または発症以前から有する症状と検査所見は除外する。
 3. 先天性疾患、周産期における脳損傷、発達障害、進行性疾患を原因とする者は除外する。
- IV. 診断
 1. I-IIIをすべて満たした場合に高次脳機能障害と診断する。
 2. 高次脳機能障害の診断は脳の器質的病変の原因となった外傷や疾病の急性期症状を脱した後に行う。
 3. 神経心理学的検査の所見を参考にすることができる。

2. 社会的行動障害の評価について

橋原はリハビリテーション医療技術の進歩を概括する中で、高次脳機能障害者のリハビリテーションが1980年代以降注目され、機能評価と治療法の開発が継続されていることを指摘している¹⁹⁾。前述の通り社会的行動障害は前頭葉（前頭前野）損傷との関連が深く、そのリハビリテーションは前頭葉（前頭前野）障害のリハビリテーションとも言い換えられる。

村井は前頭前野領域損傷による行動変化を示した症例を呈示しながら、前頭前野の機能を具体的な「目標へと向けられた行動（goal-directed behavior : GDB）」の実現と説明している¹⁰⁾。そして、目標認識に関連する眼窩前頭皮質、行動の計画・ロードマップ作成と遂行状況の管理・監督に関連する背外側前頭前皮質、自発性に関連する内側前頭前皮質の前頭前野3領域におけるプロセスの重要性を指摘した。また、鹿島は他のすべての脳領域と線維連絡を有している前頭前野の構造を踏まえて、前頭葉症状が機能領域横断的特徴を持つものと指摘している⁶⁾。すなわち、「概念ないし“セット（構え）”

の転換の障害]、「ステレオタイプの抑制の障害]、「複数の情報の組織化の障害]、「流暢性の障害]、「言語(意味)による行為の制御の障害]が、前頭葉機能障害のどの症状においても共通に認められる“障害の形式”であると提案している。そして、各々の評価方法に Wisconsin Card Sorting Test (WCST)、Modified Stroop Test、Recency Test、Word fluency、前頭葉機能障害の包括的バッテリー (The behavioural Assessment of the Dysexecutive Syndrome: BADS) の神経心理学的検査を紹介している。村井や鹿島の指摘は前頭葉機能障害としてよく話題になる症状を網羅している。特に、村井の指摘する“行動の計画・ロードマップ作成と遂行状況の管理・監督”の障害や鹿島の指摘する“概念ないし“セット(構え)”の転換の障害]”は、急な予定変更に対応できない・その場の状況に合わせた対応が柔軟に取れないという高次脳機能障害者の中核的な問題行動と関連している。

鹿島の紹介した神経心理学的検査は前頭葉機能障害の評価/訓練効果判定によく利用されているが、一方で、“遂行機能障害に有効とされた諸々の前頭葉機能検査の結果と実際が一致しない”²¹⁾、“机上の検査では一般的な知能や記憶力にはそれほど低下がないのに、実生活場面の判断力の低下が際立っている”¹¹⁾、“BADS 日本版は社会的行動障害の評価には適しておらず”²²⁾ との問題点も指摘されている。先に村井が指摘しているように「目標へと向けられた行動 (GDB)」には3つのプロセスがすべて必要であることから、神経心理学的検査の結果には複数の機能障害要因が関与していると推測できる。この点が、神経心理学的検査結果と日常生活や社会生活場面の行動観察結果の乖離に影響していると考えられる。

各検査が前頭葉機能障害のある側面を評価しているのは事実であるが、前頭葉機能障害を構成する遂行機能障害や社会的行動障害を分析的に評価できる検査は未だ確立していない。社会的行動障害に対する訓練が様々に試みられている現在、その訓練効果を安定的で適切に評価する方法の検討が必要とされている。

3. 近赤外分光法による脳機能モニタリング

自賠責保険における高次脳機能障害認定システム検討委員会は、高次脳機能障害の障害程度を判定する安定的な方法として MRI 及び CT を認め、PET、MRS(陽電子磁気共鳴スペクトロスコピー)、拡散テンソル

MRI や近赤外分光法 (near-infrared spectroscopy: 以下、NIRS と記す) は今後の研究成果を待つとしている⁵⁾。MRI と CT は脳構造を評価し、他は脳機能を評価する機器であることから、現在は脳の損傷領域の確定を重視していると言える。

NIRS は、近赤外光が生体組織を透過する際、血液中のヘモグロビンが近赤外光を吸収し、その酸素化状態により吸光度が変化することを利用して、脳酸素代謝や脳血液循環の変化を非侵襲的に測定するものである¹⁵⁾。NIRS の測定パラメーターには酸素化ヘモグロビン(以下、O₂Hb) や還元型ヘモグロビン(以下、HHb) が使われる。パラメーターは、課題提示から数秒後より O₂Hb 濃度が上昇し始め、同時に HHb 濃度が低下、課題を中止すると徐々にベースラインに戻るというパターンを示す。これは神経活動による脳血流の増加と関連していることが明らかになっており、O₂Hb 濃度の上昇は脳血流量の増加を示している。なお、これまでの研究から、NIRS 反応パターンには年齢や病態による差異が示唆されている¹⁶⁾ (表3)。

表3 高率に認められるNIRS反応パターン (文献17から一部改変して引用)

NIRS反応パターン	症 例
パターンA O ₂ Hb上昇 HHb低下	・正常成人(前頭葉・後頭葉・運動野・聴覚野)
パターンB O ₂ Hb低下 (HHb上昇)	・正常高齢者(前頭葉) ・アルツハイマー病(頭頂葉) ・新生児虚血性脳症(前頭葉) ・正常成人(前頭葉:saccadic suppression) ・新生児(前頭葉:嗅覚刺激)
パターンC O ₂ Hb上昇 HHb上昇	・新生児(前頭葉:音刺激・後頭葉) ・慢性期脳卒中(前頭葉)

当初、脳虚血や低酸素による脳酸素代謝変化のモニタリングを目的に開発されたが、脳の高次機能を測定できることが1993年に報告され、脳機能モニタリングにも幅広く応用されるようになっていく¹⁶⁾。また、NIRSには空間分解能がfMRIより劣り、大脳深部の計測ができない等の制限があるものの、高い安全性や環境制限の少なさといった利点が指摘されており¹⁷⁾、リハビリテーション領域の研究も報告されている。内藤らはNIRSを用いて運動課題を提示した時の運動感覚野の脳血流量の変化を検討し¹²⁾、石鍋らは聴解課題を用いて前頭葉・側頭葉の活動を検討した⁴⁾。これらの研究ではいずれも課題提示に伴う測定領域のO₂Hb濃度の増加が示されている。高次脳機能においては、橋本

らが前頭葉課題施行中の脳外傷群で前頭葉活動が統制群に比して有意に低いことを指摘している¹⁾。これらの研究は、運動や言語機能、脳局在に関連した特定課題を提示した時の脳機能モニタリングの有効性を支持している。

4. 本研究の目的

NIRS を利用した高次脳機能モニタリングの有効性は既に論じられてきており、健常者との比較によって高次脳機能障害者を含む脳損傷者の脳機能特徴が報告されている。本研究では、高次脳機能障害に対するリハビリテーション訓練効果評価法として、NIRS を利用する可能性の検討を目的とした。

特に、前頭前野領域の損傷に起因する社会的行動障害は、高次脳機能障害の中でも発症/受傷後の生活に多大な影響を及ぼす症状である。前頭前野領域は、“行動の計画・ロードマップ作成と遂行状況の管理・監督”や“「概念ないし「セット（構え）」の転換の障害」との関連が確認されている。従って、常に目的的な行為条件を与えた「課題負荷」条件と何もしない「休憩」条件の2条件を交互に提示した場合、健常者の前頭前野領域は前者で活動が上昇し、後者で下降するというパターン変化が予想される。一方、社会的行動障害をもつ高次脳機能障害者の場合は健常者と異なる反応が予想される。NIRS では、これらの変化が定量的・定性的な結果として確認することができると予想される。

5. 方法

1) 対象者

測定は健常者9名と高次脳機能障害者（以下、障害者）2名を対象として実施した。健常者1名は測定器具に対する過敏性（ヘアバンドによる頭部締めつけ感）を訴えたため、分析対象から除外した。したがって、健常者8名（男2名、女6名 平均年齢26.2±3.4）と障害者2名が分析対象となった（表4）。

2名の障害者は原因疾患発症から1年以上経過した慢性期にあり、医学的リハビリテーションを終えて、地域の福祉施設で通所にて前職業的リハビリテーションを受けている（表5）。2名とも日常生活での言語的コミュニケーションに問題はないが、遂行機能障害と社会的行動障害（対人関係の障害・依存的行動・固執）が認められている。測定直前に実施した神経心理学的検査では、障害者Aに重度の記憶障害が認められ、知的能力

表4 対象者

	年齢	性別		計
		男	女	
健常者	26.2 (3.4)	2	6	8
高次脳機能障害者A	32	1	-	2
高次脳機能障害者B	54	1	-	2
計		4	6	10

()はS.D

表5 高次脳機能障害者

	A	B
測定時年齢	32	54
発症時年齢	29	52
診断名	ヘルペス脳炎による高次脳機能障害	くも膜下出血による高次脳機能障害
神経心理学的検査	2008年10月～12月実施	2008年10月～11月実施
WAIS-III	言語性IQ 64 動作性IQ 51 全体IQ 55	言語性IQ 93 動作性IQ 90 全体IQ 91
WMS-R	言語性記憶 <50 視覚性記憶 <50 一般的記憶 <50 注意/集中力 <50	言語性記憶 63 視覚性記憶 111 一般的記憶 75 注意/集中力 98
WCST-KV	達成カテゴリ 0-0	達成カテゴリ 2-5
画像診断所見	1) 右側頭葉の萎縮、右側頭葉皮質のT1強調像、FLAIRの低信号域、白室内のT2強調像、FRAIR高信号域を認める。左側頭葉下部（側脳室下角周囲）にも同様の所見を認め、萎縮の程度は軽度。 2) 右後頭葉、右前頭葉上部皮質～白室にも同様の所見を認める（萎縮の程度は軽度）。 3) 左前頭葉～左側頭葉の皮質にそってT2強調像、FRAIR高信号を認める。 上記1)2)とも血管の支配域には一致しておらず、側頭葉中心でヘルペス脳炎の変化として一致する所見。	

<通所施設記録に記載なし>

WAIS-III : Wechsler Adult Intelligence Scale-Third Edition
 WMS-R : Wechsler Memory Scale-Revised
 WCST-KV : Wisconsin Card Sorting Test-Keio Version

も含めた認知機能全般への影響が認められる。障害者Bは軽度の記憶障害（言語性）が認められるものの、他の機能は正常範囲であった。

測定参加前に、健常成人においては本人に口頭で、障害者においては本人と家族に口頭と文書で倫理面の説明を行い、測定協力への承諾を得た。

2) 使用器具

測定にはNIRO-300（浜松ホトニクス社製）、小豆、プラスチック皿2枚、箸、ストップウォッチを使用した。

3) NIRS センサ装着位置

入光プローブと受光プローブの間隔を4cmに固定したゴム製プローブアダプターを、対象者の前額部中央（左右大脳半球前頭前野部）に両面テープにて固定し、

さらに、プローブがずれないようにヘアバンドで押さえた。

4) 課題

課題は、一方の皿にいた小豆を他方の皿に箸で移動させることを提示した。対象者をテーブルに向かって座らせ、体幹から約15cm前方にふたつの皿を左右に置いた。ふたつの皿の間隔は対象者の体幹正中線とふたつの皿を結ぶ線の交点を中点とした20cmとした。小豆の移動は1度に1個ずつ行い、提示時間内に多くの小豆を移動させるよう教示した。なお、皿の外に落とした小豆は計数に含めず、移動に成功した小豆を試行毎に計数した。課題は3分間の小豆移動(課題負荷条件)と2分間の休憩(休憩条件)の5分間を1試行とし、10試行を連続して、利手と非利手の順番に実施した。本課題を選択した理由は次の通りである。利き手で日常的に箸を利用する健常者であっても、箸を使って小豆を1個ずつ移動するには手指操作や力加減などの運動企図調整が終始必要となり、前頭前野領域の活性が求められる。また、制限時間内に多くの移動を求めたことで慣れが生じにくくなると予想された。

5) 解析方法

対象者の前頭前野領域における課題負荷条件及び休憩条件のO₂Hb濃度をNIRSにて測定した。測定結果は0.5sec間隔で記録された(3分間で360回、2分間で240回、計600回/試行の測定)。

結果の解析は課題10試行中、第1試行と第10試行を除外した8試行を対象とした。対象者別に8試行の条件毎にO₂Hb濃度の加算平均を求め、wilcoxon検定にて比較した。また、移動平均処理と関数近似処理にて濃度変化の推移をグラフ化した。HHb濃度変化についても同様の方法で、対象者別に加算平均を算出し、条件間の比較を行った。

高次脳機能障害者の結果も条件間のO₂Hb及びHHbの加算平均を算出し、移動平均処理と関数近似処理にて濃度変化の推移をグラフ化した。

6. 結果

1) 移動に成功した小豆数について

利手及び非利手別に集計した移動に成功した小豆の数を表6に示す。健常者及び障害者とも利手の方が非利手よりも成功数が多かった。健常者と障害者Bの利

手と非利手の成功数比率は約2:1であったが、障害者Aでは約6:1であった。成功数を試行別に見た結果をグラフに示す(図1~図3)。健常者では利手・非利手とも試行数とともに右上がりの傾向を示していたが、障害者の成功数には、利手と非利手とも一定の傾向は認められなかった。

表6 移動に成功した小豆の数

	利手	非利手
健常者(平均)	38.5 (3.7)	18.2 (3.8)
高次脳機能障害者A	35.8 (5.2)	6.6 (5.0)
高次脳機能障害者B	23.3 (7.1)	11.7 (5.4)

()はSD

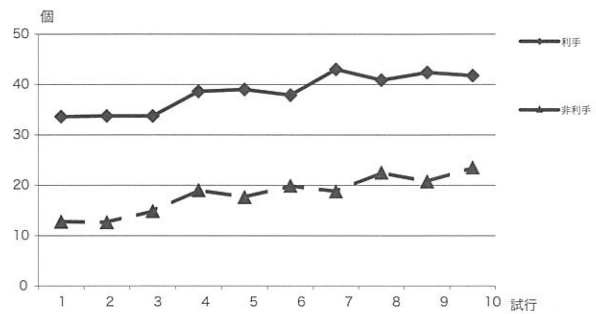


図1 健常者の移動に成功した小豆数の推移(平均)

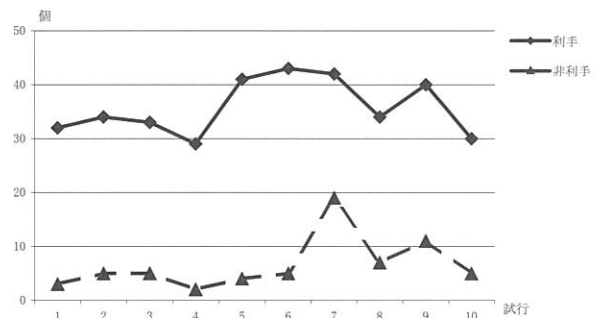


図2 高次脳機能障害者Aの移動に成功した小豆数の推移

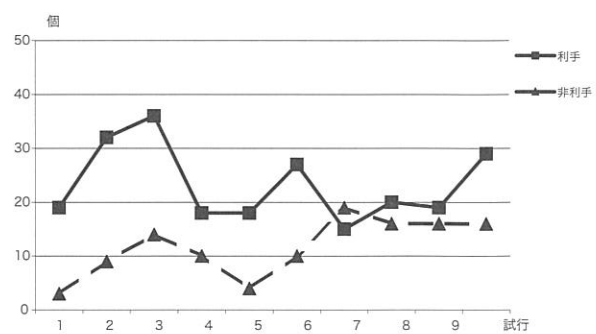


図3 高次脳機能障害者Bの移動に成功した小豆数の推移

表7 実験条件別のNIRS (O₂Hb) 平均濃度

		nmol/L			
		利手 (p<.01)		非利手	
		課題負荷	休憩	課題負荷	休憩
健常者	1	3.15 (0.99)	2.47 (0.77)	3.49 (0.51)	3.00 (0.65)
	2	-1.21 (0.41)	-1.56 (0.49)	0.16 (0.55)	-0.36 (0.65)
	3	2.00 (0.57)	1.06 (0.66)	3.32 (0.71)	2.44 (0.48)
	4	2.74 (0.66)	1.96 (0.54)	3.10 (0.55)	2.60 (0.55)
	5	5.58 (0.93)	1.42 (1.04)	6.63 (1.31)	2.56 (1.04)
	6	-1.40 (1.37)	-4.34 (3.14)	-3.12 (1.18)	-4.99 (2.93)
	7	-0.24 (0.43)	-0.07 (0.37)	-1.53 (0.36)	-0.83 (0.44)
	8	6.57 (1.02)	4.00 (1.22)	7.55 (0.78)	4.97 (0.74)
	平均	2.15 (0.80)	0.62 (1.03)	2.45 (0.74)	1.17 (0.94)
高次脳機能障害者	A	5.14 (1.52)	3.66 (1.32)	6.29 (1.55)	5.33 (1.21)
	B	1.44 (0.26)	1.14 (0.38)	2.04 (0.19)	1.43 (0.28)

()はSD

表8 実験条件別のNIRS (HHb) 平均濃度

		nmol/L			
		利手		非利手	
		課題負荷	休憩	課題負荷	休憩
健常者	1	-0.49 (0.27)	-0.82 (0.30)	0.20 (0.29)	-0.02 (0.37)
	2	-0.60 (0.20)	-0.72 (0.20)	0.20 (0.14)	-0.01 (0.19)
	3	-2.53 (0.15)	-2.68 (0.24)	-2.68 (0.22)	-2.79 (0.23)
	4	-0.74 (0.27)	-0.61 (0.28)	-0.29 (0.20)	-0.32 (0.19)
	5	1.78 (0.38)	-0.21 (0.60)	1.20 (0.60)	-0.76 (0.55)
	6	-4.61 (0.66)	-5.59 (1.52)	-5.40 (0.74)	-5.49 (1.40)
	7	-0.82 (0.17)	-0.90 (0.17)	-0.72 (0.22)	-1.17 (0.19)
	8	-0.90 (1.25)	-1.35 (0.46)	-1.86 (0.35)	-1.65 (0.32)
	平均	-1.11 (0.42)	-1.61 (0.47)	-1.17 (0.35)	-1.53 (0.43)
高次脳機能障害者	A	-1.75 (0.22)	-1.58 (0.31)	-0.67 (0.20)	-0.46 (0.17)
	B	-0.62 (0.14)	-0.54 (0.15)	2.04 (0.19)	-0.70 (0.18)

()はSD

2) 課題負荷時と休憩時の O₂Hb 及び HHb 濃度の比較

対象者別に集計した、利手及び非利手の課題負荷条件及び休憩条件の O₂Hb と HHb の加算平均を示す(表7、表8)。健常者の結果を条件間で比較したところ、利手の O₂Hb 濃度において、休憩時に比較して課題負荷時に濃度の上昇が認められた (p<.01)。非利手の O₂Hb 及び HHb には条件間の差は認められなかった。

次に、健常者と障害者の O₂Hb 及び HHb の濃度変化の推移をグラフに示す(図4~図9)。健常者のグラフは8名の加算平均で示している。健常者の O₂Hb 濃度変化は課題負荷時に上昇し、3分間一定濃度を維持しつつ、休憩時に下降するという安定的な推移を示していた。HHb においても、O₂Hb 濃度と比較して条件間の変化量は低いものの、O₂Hb とほぼ同期した安定的なパターンの推移を示していた。

障害者の濃度変化は O₂Hb 濃度で明確な違いが示された。障害者Aの O₂Hb 濃度変化は、健常者に近いパターンで推移しているが、試行数を重ねるにつれて、O₂Hb 濃度全体が右上がりには上昇していた。この傾向は利手・非利手ともに示されていた。障害者Bの O₂Hb 濃度は、健常者や高次脳機能障害者Aと比較して、変化量が少なかった。また、濃度変化量の少ない傾向は、非利手と比べて、利手の方に顕著に認められた。

7. 考察

1) 課題について

健常者と障害者の利手・非利手における移動に成功した小豆数には、違いが認められた。健常者の移動に成功した小豆数は、利手：非利手が2：1の比率を示していたが、障害者Aは6：1であった。利手の成功が健常

者平均とほぼ同数であることから、非利手の効率(学習の転移)の低さが認められる。障害者Bは健常者と同じ比率ではあったが、利手・非利手の成功数が健常者よりも少なかった。また、試行推移では、健常者が試行を重ねる毎に成功数を増やしている一方、2名の障害者にはパフォーマンスのムラが示されていた。

本測定課題には、手指の巧緻性と微妙な力加減、かつ、制限時間内での最大作業効率が求められていた。前頭前野領域は手指動作や上肢運動の計画・ロードマップ作成と遂行状況の管理・監督に従事しており、最大限のパフォーマンスを得るために常時活性化されていたと考えられる。この結果、前頭前野領域が機能している場合、試行の推移に伴う成功数の増加が利手・非利手に認められると予想された。一方、前頭前野領域を損傷している障害者には、健常者と異なるパフォーマンスが予想された。結果は予想を支持したものとなり、本課題が前頭前野領域の活性化に寄与するものであった。従って、課題負荷および休憩時における NIRS の測定結果が、前頭前野領域の活動性を示していると考えられた。

2) NIRS 結果について

NIRS 測定値 (O₂Hb、HHb) を課題負荷と休憩の条件間で比較した結果、利手の O₂Hb に有意な差が示された。O₂Hb 濃度は局所脳血流量の結果と比例し神経活動により上昇する¹⁶⁾ことから、健常者の場合、課題負荷の有無による神経活動の活性化と沈静を NIRS で測定できると考えられる。この神経活動の活性化と沈静は、それまで行っていた活動を一旦止め、再び適切に活動できることを示している。これは、急な予定変更に対応できない(それまで行っていた活動を止められな

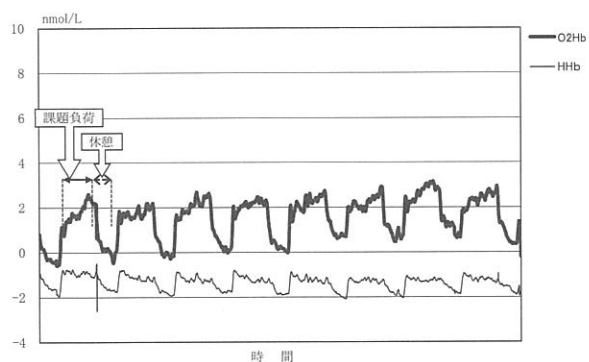


図4 健常者のNIRS測定値の推移 (利手)

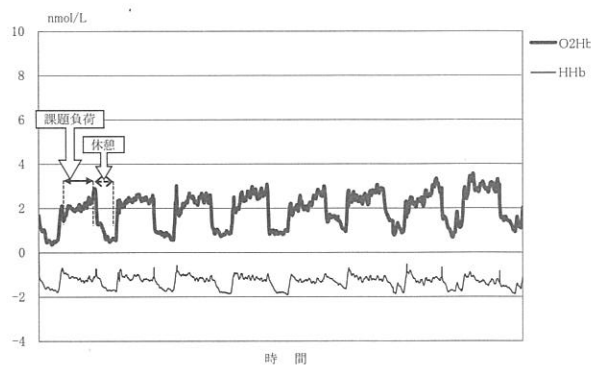


図5 健常者のNIRS測定値の推移 (非利手)

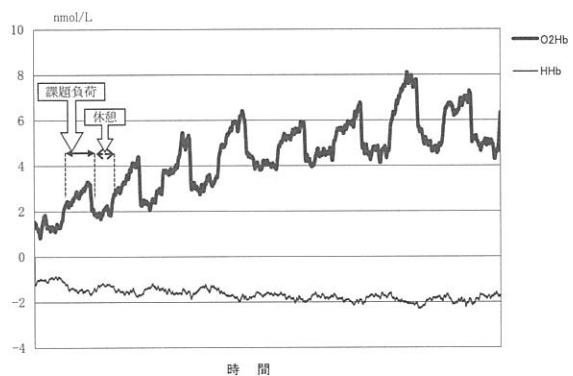


図6 高次脳機能障害者AのNIRS測定値の推移 (利手)

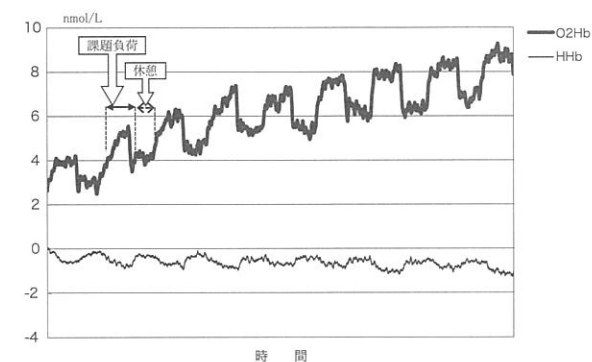


図7 高次脳機能障害者AのNIRS測定値の推移 (非利手)

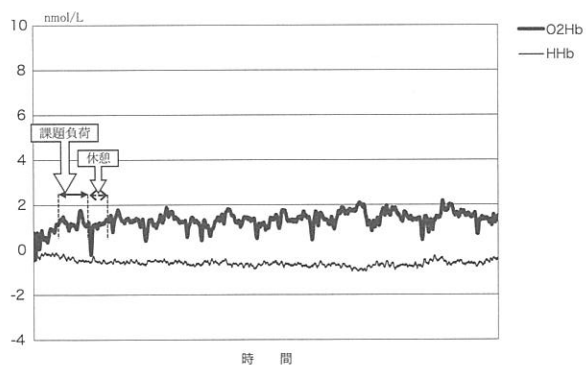


図8 高次脳機能障害者BのNIRS測定値の推移 (利手)

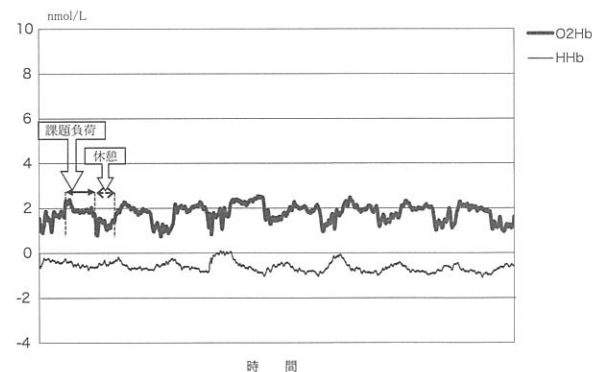


図9 高次脳機能障害者BのNIRS測定値の推移 (非利手)

い)・その場の状況に合わせた対応が柔軟に取れない(一度活動を止めて違う行動を起こせない)という高次脳機能障害者の中核的な問題行動に関連する神経活動と考えられる。図4・図5に示した健常者のNIRS測定値の推移では、 O_2Hb ・HHbともに課題負荷時の活性化と休憩時の沈静化がリズムカルに示されていた。試行数を重ねても安定したパターンを示していることから、定性的な指標としても利用できると考えられる。社会的行動障害訓練に効果を示した障害者のNIRS結果を比較検討することで、NIRSによる脳活動測定が訓練効果判定指標に利用できる可能性を示唆している。

一方、利手に比して課題負荷が高く神経活動がより活性化することが予測された非利手には、有意差が認められなかった。NIRSを利用して本研究と同様の検討をした研究はなく、非利手に有意差が認められなかった理由は現時点で不明である。利手に比べて、非利手は手指操作や力加減などの運動企图調整に習熟していない。このために休憩時間中にも神経活動の活性化継続が推測され、この影響も考えられる。あるいは、NIRSの空間分解能に由来する可能性も検討が必要であろう。いずれにせよ、本研究では8名の結果であり、今後対象数を増やして検討を進めたい。

障害者のNIRS測定値の推移は健常者と異なったパターンを示した。障害者Aの O_2Hb は、課題負荷時と休憩時で健常者と同様のパターンが示されていたが、試行の経過とともに O_2Hb 濃度が全体として上昇してきた。課題パフォーマンスは利手による小豆の移動数が健常者とはほぼ同数であったが、利手と非利手には6倍の差が示されていた。障害者Bでは O_2Hb 及びHHbとも条件間の違いが認められなかった。課題パフォーマンスは利手・非利手とも健常者に比して低いものであったが、比率は健常者と同じであった。障害者Aの病巣は左右側頭葉から前頭葉にわたって広範囲に認められ、障害者Bの病巣は記録から確認できなかったが、原因疾患から左右前頭葉と推測される。脳外傷における高次脳機能障害の原因や機能回復が前頭葉や側頭葉の脳代謝と関連していることや脳の可塑性との関連の指摘もあり⁷⁾、病巣の違いが障害者AとBのパターン変化の違いに関連している可能性も予測できる。しかし、2名のみの本測定結果からは病巣、高次脳機能障害(社会的行動障害)とNIRS測定値やパターンとの関連は不明である。今後症例数を増やし、これらの関連を検討したい。

なお、障害者A及びBとも社会的行動障害改善を目的とした訓練を今後受ける予定である。訓練終了時までの経過を追い、社会的行動障害の改善と健常者で得られた課題負荷時と休憩時のNIRS測定値や反応パターンの比較検討を進めたい。

謝 辞

本稿をまとめるにあたり実験協力をいただいた皆様、特に、突然の発症後に高次脳機能障害者となり、現在生活訓練/就労支援を受けているA・Bの両氏とご家族に感謝申し上げます。本研究は岩手県立大学社会福祉学部平成20年度学部プロジェクト「福祉現場における障害児(者)への新しい支援手法に関する研究」において実施したものである。

引用文献

- 1) 橋本圭司、立神粧子、綱田孝司、岡本隆嗣、大橋正洋、宮野佐年 2004 びまん性軸索損傷者におけるNIRSを用いた前頭葉機能評価の有用性の検討 脳と神経 56(5) pp389-394.
- 2) 橋本圭司 2009 特集 高次脳機能障害治療の実践 わが国における現状と課題 総合リハビリテーション 37(1) pp7-10.
- 3) 原寛美 2008 高次脳機能障害相談窓口を経て受診した慢性期頭部外傷例に対する支援 リハビリテーション医学会誌 45(12)796-800.
- 4) 石鍋浩、武田湖太郎、谷口敬道 2009 日本語聴解課題遂行時における日本語学習者の脳活動—近赤外分光法を用いた事例研究— 国際医療福祉大学紀要 14(1) pp17-24.
- 5) 自賠償保険における高次脳機能障害認定システム検討委員会 2007 「自賠償保険における高次脳機能障害認定システムの充実について」(報告書) 損害保険料率算出機構.
- 6) 鹿島晴雄 2005 前頭葉の神経心理学的研究について 高次脳機能研究 25(1) pp1-7.
- 7) 蒲澤秀洋 2007 高次脳機能障害のリハビリテーション：名古屋市総合リハビリテーションセンターにおける現状と展望 国立身体障害者リハビリテーションセンター紀要 28 pp51-59.
- 8) 厚生労働省社会・援護局障害保険福祉部、国立障害者リハビリテーションセンター編 2006 高次脳機能障害者支援の手引 国立障害者リハビリテ

- ションセンター.
- 9) 丸石正治、近藤啓太、上野弘貴 2008 高次脳機能障害者の重症度と就労率 リハビリテーション医学学会誌 45(2) pp113-119.
 - 10) 三村将 2009 社会的行動障害への介入法－精神医学的観点からの整理－ 高次脳機能研究 29(1) pp26-33.
 - 11) 村井俊哉 2008 第2章 人格・行動の変化と前頭葉損傷 甘利俊一監修 シリーズ脳科学6 精神の脳科学 東京大学出版 pp9-33.
 - 12) 内藤幾愛、大西秀明、古沢アドリアネ明美 2008 単純動作と複雑動作時における脳活動の比較—近赤外分光法 (NIRS) による検討— 理学療法学 35(2) pp50-55.
 - 13) Keiko Nakashima 2008 Relationship between Social Cognition Items of FIM among Cerebrovascular Disorder Patients and the Psychological Burden on Nurses Jpn J Psychosom Med 48:741-746.
 - 14) 中島八一 2007 高次脳機能障害支援の現状と問題点 国立身体障害者リハビリテーションセンター紀要 28 pp1-7.
 - 15) 齋藤良一、市来寄潔 2004 近赤外分光法による非侵襲的脳酸素代謝モニタリング 慶應医学 81(2) pp109-115.
 - 16) 酒谷薫 2002 NIRS による脳機能モニタリング 日本脳代謝モニタリング研究会編 臨床医のための近赤外分光法 新興医学出版 pp84-93.
 - 17) 武田湖太郎 2007 近赤外脳機能計測のリハビリテーション領域への応用における信号処理 国際医療福祉大学紀要 12(2) pp72-78.
 - 18) 種村留美 2009 社会的行動障害とその心理社会的介入 高次脳機能研究 29(1) pp16-17.
 - 19) 椿原彰夫 2008 リハビリテーション医療における技術の進歩 川崎医療福祉学会誌 増刊2号 pp7-14.
 - 20) 浦上裕子 2008 社会的行動障害に対するリハビリテーションチームアプローチ リハビリテーション医学学会誌 45(12),789-792.
 - 21) 山内寿恵・渡邊修 2008 作業遂行プロセスモデルを用いた就労支援 87 脳損傷事例における遂行機能障害、機能障害、活動制限、参加制約、環境因子の分析 日本保健学会誌 11(4) pp214-224.
 - 22) 用稲丈人、狩長弘親、山本陽子、八木真美、種村純 2009 脳損傷者に実施した遂行機能障害症候群の行動評価 (BADS 日本版) 成績による遂行機能障害の因子分析的検討 高次脳機能研究 29(2) pp247-254.

