

科学研究費助成事業（科学研究費補助金）研究成果報告書

平成25年6月17日現在

機関番号：32685

研究種目：若手研究(B)

研究期間：2009～2012

課題番号：21730566

研究課題名（和文）遂行機能障害の認知リハビリテーションと近赤外分光法を用いた
訓練効果測定の試み研究課題名（英文）Effectiveness of Cognitive Rehabilitation for Executive Dysfunction:
A Near-Infrared Spectroscopy Study

研究代表者

柴崎 光世 (SHIBASAKI MITSUYO)

明星大学・人文学部・准教授

研究者番号：00325135

研究成果の概要（和文）：

本研究は、前頭葉損傷者の遂行機能障害の認知リハビリテーション(認知リハ)の訓練効果を行動データとNIRSによる脳血流データの両側面から検討した。発動性、反応抑制、社会的認知、認知的柔軟性の各機能の促進をめざした4つの治療的介入を実施したところ、いずれについても訓練後には患者の認知成績が改善し、また、前頭前野の脳血行動態反応の量的・質的変化も観察された。本研究で試みたような直接刺激法による遂行機能障害の認知リハは、慢性期の前頭葉損傷者の行動面の改善のみでなく、脳内病変部位に可塑的な変化をもたらす可能性がある。

研究成果の概要（英文）：

This study investigated the effectiveness of cognitive rehabilitation of executive dysfunction in patients with prefrontal lobe lesions by using near-infrared spectroscopy (NIRS) and behavioral measurements. Four therapeutic interventions were conducted to improve different domains of executive function, i.e. energization, response inhibition, social cognition, and cognitive fluency. In each intervention, the patients' cognitive performance was improved after training, and also quantitative and qualitative change in cerebral blood flow in the prefrontal area was observed. Restorative cognitive rehabilitation of executive dysfunction may not only improve the patients' behavioral performance but also produce plastic changes in the brains of patients with acquired, chronic injuries.

交付決定額

(金額単位：円)

	直接経費	間接経費	合計
2009年度	1,300,000	390,000	1,690,000
2010年度	600,000	180,000	780,000
2011年度	700,000	210,000	910,000
2012年度	600,000	180,000	780,000
年度			
総計	3,200,000	960,000	4,160,000

研究分野：社会科学

科研費の分科・細目：心理学・臨床心理学

キーワード：脳損傷，遂行機能障害，認知リハビリテーション，前頭葉

1. 研究開始当初の背景

脳血管障害や交通事故などが原因で脳の

前頭前野が損傷されると、遂行機能障害と呼ばれる高次脳機能障害がしばしば観察され

る。遂行機能とは、目的を自律的に遂行するために必要な一連の認知機能で(Lezak, 1982), 私たちがもつ最も高次な脳機能と位置づけられている。また, Cicerone, Levin, Malec, Stuss, & White (2006)によれば, 遂行機能は, 1)下位機能の制御や方向づけをおこなう遂行的認知機能(反応抑制やセットの転換, プランニングなど関係), 2)環境や文化に適した行動の決定づけをおこなう行動一情動的自己調節機能, 3)行動や心的処理の開始と維持を促進させる活性化調節機能(発動性機能), 4)パーソナリティや社会的認知, 自己への気づきといった側面にかかわるメタ認知過程, の4つの認知機能によって構成される。遂行機能障害者は, 基本的には言語機能や記憶機能が保たれるので, 一般知能検査では障害が目立たないことも多いが, 柔軟性が極端に欠如した思考様式や衝動的行動, あるいは動機づけの低下といった一連の認知・行動障害により, 実際の場面では頻繁にトラブルを引き起こす。結果として, 患者の円滑な職場復帰や学業復帰が妨げられることも少なくなく, 何らかの治療的介入が必要と考えられる。

2. 研究の目的

本研究は, 前頭葉損傷者を対象に, 遂行機能障害の改善をねらいとした認知リハビリテーション(認知リハ)を実施し, その訓練効果を検討することを目的とした。特に, 本研究では, 遂行機能のうち, 患者の不応行動と深く関連する, 発動性(研究1), 反応抑制(研究2), 社会的認知(研究3), 認知的柔軟性(研究4)の4つを取り上げ, それぞれの機能改善を目的とした認知リハを実施した。そして, これら4つの認知リハによる訓練効果を, 遂

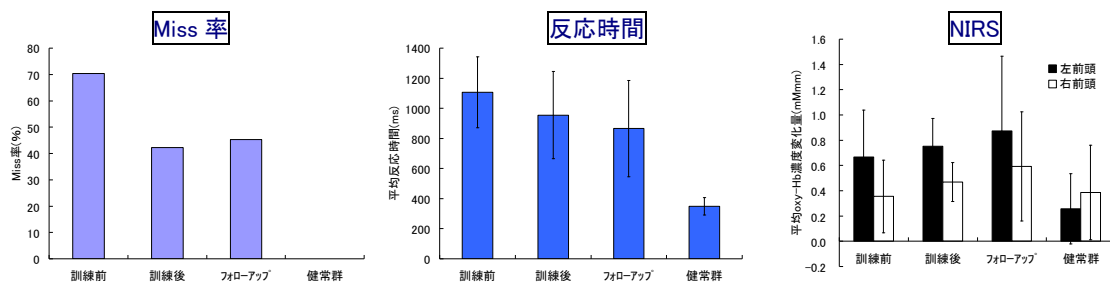
行機能を測定する個々の認知課題の成績だけでなく, 近赤外分光法(NIRS)装置を用いて, 課題遂行中の対象者の前頭葉の脳血行動態反応を測定することによって, 脳血流データの側面からもあわせて検討をおこなった。他方, 各治療的介入の前後には般化課題を実施し, 本研究で実施した認知リハの訓練効果の般化について検討した(研究5)。さらに, 本研究の訓練プログラムに長期に渡って参加した患者を対象に, 遂行機能障害の長期的な回復過程について縦断的に検討をおこなった(研究6)。

3. 研究の方法

(1) 遂行機能障害を主訴とする慢性期の前頭葉損傷患者を対象として, 研究1から研究4の4つの治療的介入を試みた。各治療的介入では, 直接刺激法に基づき, 標的となる遂行機能を促進させるための訓練課題を一定期間繰り返し実施した。また, 個々の訓練の開始時と終了時, そして, 訓練終了から1ヶ月が経過した時点で, 2チャンネル及び16チャンネルのNIRS装置を用いて, 課題遂行中の患者の前頭前野領域の脳血行動態反応を測定することによって, 課題に対する認知成績と脳血流データの両側面から訓練効果について検討した。なお, 本研究で使用した訓練課題に対する統制データを得るために, 20歳~30歳の健常成人に研究1から研究4で用いた個々の訓練課題を実施し, 各課題に対する実験参加者の行動データと脳血流データを記録する健常者実験もあわせておこなった。

(2) 研究1から研究4でおこなった4つの治療的介入による訓練効果の般化について検討するために, 各介入の前後に, 次の神経心

①研究 1a



②研究 1b

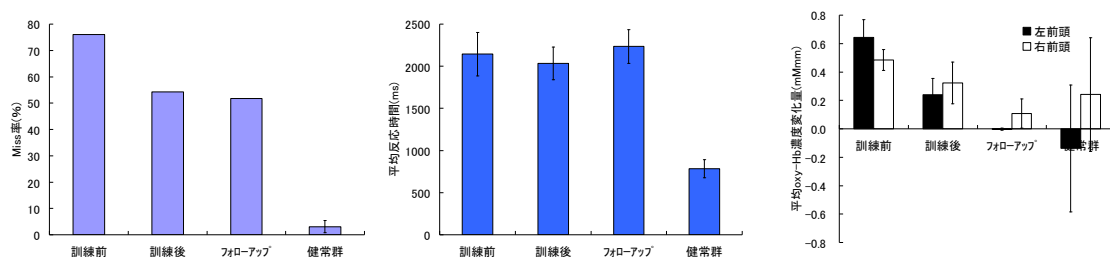


図 1. 発動性リハビリテーションに伴う行動及び NIRS データの推移(研究 1).

理学的評価を施行した(研究 5). ①遂行機能: 語流暢性検査(WAB 失語症検査), 修正ストループテスト, 慶應版 Wisconsin Card Sorting Test(KWCST), Trail Making Test Part(TMT). ②ワーキングメモリ: 数字の順唱と逆唱(WAIS-III). ③心の理論(研究 3 のみ実施): 一次の誤信念課題(TOM 心の理論検査), 二次の誤信念課題(吉澤, 2009), 失言課題(吉澤, 2009), 表情認知課題(熊田他, 2011), ④全般的認知機能: ミニメンタルステート検査(MMSE). ⑤日常行動の評価: 日常生活観察による注意評価スケール(先崎他, 1997).

(3)本研究に参加した前頭葉損傷者のうち, 約3年間に渡って訓練プログラムを受けた患者 OT を対象に, 当該患者の遂行機能障害の長期の回復過程について縦断的に検討した(研究 6).

4. 研究成果

(1)発動性障害の認知リハ(研究 1)

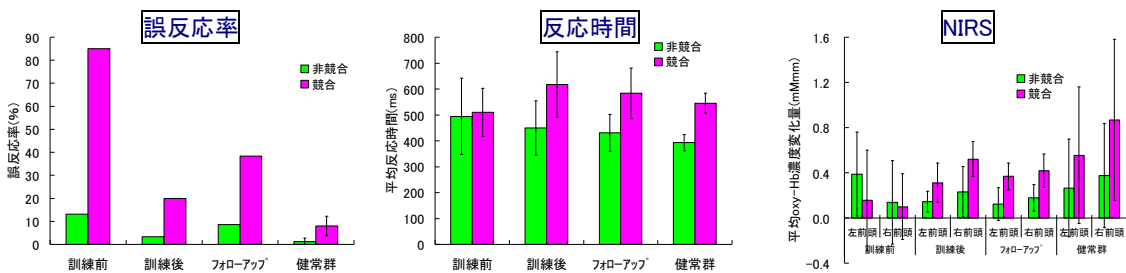
研究 1 では, 前頭葉損傷者の発動性機能を促進させるために, 自発的な探索行動と標的的刺激に対する迅速な反応が求められる視覚的探索課題を使用した直接刺激法による認知リハを実施した. 研究 1a では, 手元の外部スイッチを押すことによるボタン押し反応, 研究 1b では, さらに行動範囲を広げて, タッチパネルに呈示された標的的刺激に対象者が直接触れることによって反応するポインティング反応を用いて, 5ヶ月間の反復訓練をそれぞれおこなったところ, 図 1 に明らかかなように, 研究 1a, 1b ともに, 標的的刺激に対する Miss 率が訓練後に大きく減少し, 環境内の外的刺激に対する患者の自発反応

の生起が訓練により促進されたことが示された. 他方, NIRS データに関しては, 研究 1a では, 訓練後に前頭葉の酸素化ヘモグロビン濃度変化量(oxy-Hb)が訓練前より上昇したのに対し, 研究 1b では, 訓練後の oxy-Hb が訓練前よりも逆に減少するという正反対の結果が得られた. 研究 1a と研究 1b では, 反応様式は異なるものの, 基本的に同一の視覚的探索課題を使用しており, 2つの訓練プログラムをあわせると, 患者は約 10ヶ月間の長期に渡って視覚的探索課題による反復訓練をおこなったことになる. 特定の認知的技能を学習する場合, 学習の初期では, 学習が進むに従ってそれと関連する脳領域の血流が上昇する一方で, ある程度の熟練がなされると, 逆に血流が抑制されるという一般的な脳血流パターンが示されているが(福島・久保・正高, 2008), 本研究の結果は, 慢性期の前頭葉損傷者でも, 損傷された脳領域において, 学習の進行に伴う一般的な脳血流の変動がみられることを示唆しているのかもしれない. なお, 研究 1a では, 課題遂行中の患者の前頭前野領域の脳活動が健常群と対照的に一貫して左半球優位であったのに対し, 研究 1b では, 訓練後に健常者と同様の右半球優位の脳血流パターンが示されるようになった. このことから, 研究 1b では, 認知リハ的な介入により, 患者の前頭葉の血行動態反応に質的な変化も生じたといえる.

(2)反応抑制障害の認知リハ(研究 2)

研究 2 では, 反応抑制機能の改善をめざして, ストループ様葛藤課題を用いた抑制機能障害の認知リハを実施した. 具体的には, 刺激と反応の位置の適合性を操作する刺激反応適合性課題(SRC 課題)を訓練課題として使

①研究 2a



②研究 2b

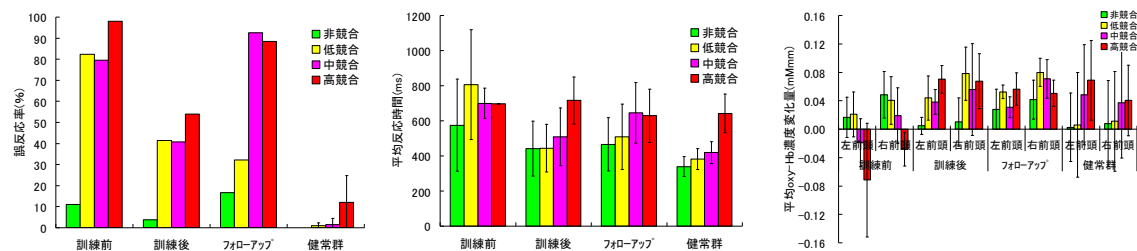


図 2. 反応抑制リハビリテーションに伴う行動及び NIRS データの推移(研究 2).

用し、研究 2a では、刺激文字(「左」または「右」)と反応に用いる手(左手または右手)の適合性、研究 2b では、刺激文字(「左」または「右」)、刺激文字の画面呈示位置(左または右)、反応に用いる手(左手または右手)の 3 つの適合性についてそれぞれ操作した。慢性期の前頭葉損傷者を対象に研究 2a 及び研究 2b の SRC 課題を使用した直接刺激法による認知リハをそれぞれ 6 ヶ月間おこなったところ、いずれにおいても、訓練後では、視覚刺激が示す左右と反応に用いる手が一致しない競合条件下での誤反応率が訓練前と比べて著しく低下し(図 2)、患者の抑制機能障害が反復訓練によってある程度改善することが示唆された。また、NIRS の結果では、研究 2a と 2b の両方で、訓練前には競合条件に比べて非競合条件の際に前頭前野の oxy-Hb が上昇したのに対し、訓練後には、非競合条件よりも競合条件のときのほうが oxy-Hb が増す健常群と質的に類似した脳血流パターンが観察されるようになった。さらに、研究 2a に関しては、競合条件下の脳活動の半球優位性について、訓練後には健常者と同様の右半球優位の脳血流パターンが示された。

(3) 社会的認知障害の認知リハ(研究 3)

研究 3 では、自己認知や社会的認知を担うメタ認知機能のなかでも、社会的認知の基盤となる表情認知に着目し、その改善をめざした認知リハを実施した。慢性期の前頭葉損傷者を対象に、熊田他(2011)の表情刺激を用いた喜びまたは悲しみ表情の検出を求める表情検出訓練を約 1 ヶ月間、集中的におこなったところ、訓練後には、喜び表情と悲しみ表情の両方において、表情の検出が容易な刺激

事態で患者の認知成績が向上する傾向が示された。しかし、表情の検出が困難な刺激事態については、反復訓練を実施した後も表情の違いにかかわらず患者の遂行が困難であり、訓練効果が認められなかった。他方、NIRS の結果では、訓練後に表情検出課題遂行時の右前頭前野の oxy-Hb が訓練前と比べて増加する傾向が得られ、特に、行動上の改善がもつとも目立った悲しみ容易条件では、右前頭前野に加え、左前頭前野においても、課題遂行中の oxy-Hb が訓練後に大きく上昇した。本研究では、顔刺激の上部または下部にある標的刺激の位置を同定する統制課題においても、認知成績の改善に伴って oxy-Hb が著しく増加していることを考え合わせると、行動データの改善とリンクする形で患者の前頭前野の活動が増す傾向が得られたといえる。

(4) 認知的柔軟性障害の認知リハ(研究 4)

研究 4 では、音韻想起課題を使用して、慢性期の前頭葉損傷者を対象に、7 ヶ月間の認知的柔軟性訓練を実施した。その結果、訓練後には、健常群と比較すると依然として劣るものの、患者の産出語数が訓練前よりも 2 倍以上に増加し、反復訓練によって、言語流暢性機能がある程度促進されることが示唆された。一方、音韻想起課題遂行時の前頭前野の血行動態については、訓練前とは対照的に、訓練後には右半球優位の脳血流パターンが観察された。前述のように患者の産出語数が訓練後に増加していることと照らし合わせると、健常群と質的に異なる賦活パターンでありながらも、右前頭前野を活動させることが患者の言語流暢性機能の改善をもたらした可能性があり、こうした現象は、言語的な

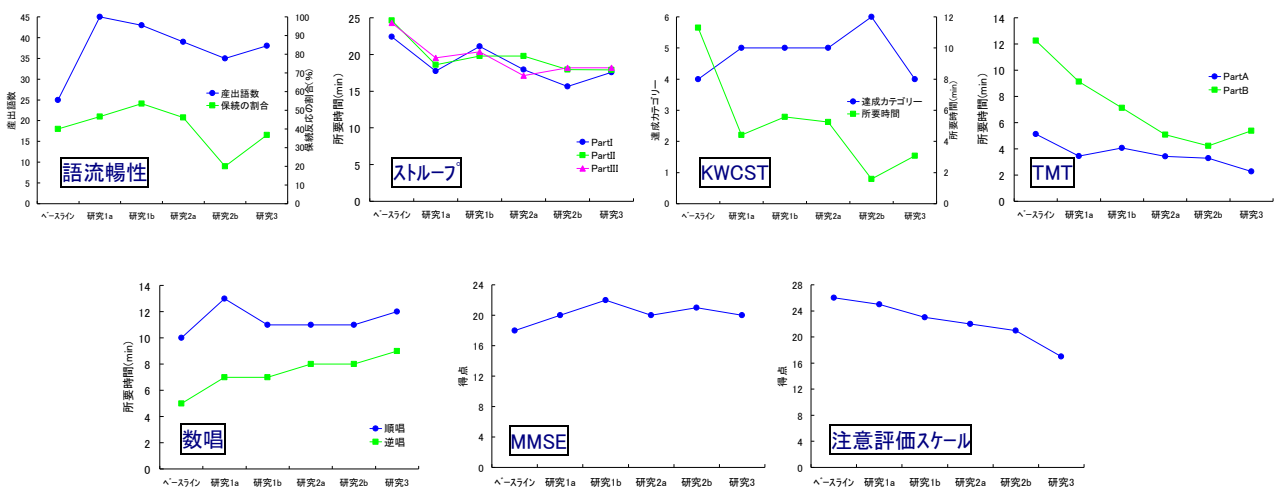


図 3. 前頭葉損傷者 OT の各般化課題の結果の推移(研究 5, 6). 先崎他(1997)の注意評価スケールでは得点が高いほど、症状が重度であることを示す。

認知的柔軟性が求められる事態での右前頭前野の補償的役割を示唆しているのかもしれない。

(5) 訓練効果の般化及び遂行機能障害の長期回復過程について(研究 5, 6)

図 3 及び表 1 に研究 1 から研究 3 の 3 つの訓練プログラムに約 3 年間に渡って参加した患者 OT の各般化課題の結果の推移を示した。本症例では、基本的にすべての般化課題で認知リハビリ後にベースラインよりも認知成績が上昇する傾向がみられ、特に、遂行機能課題やワーキングメモリ課題(数字の逆唱)、日常行動の評価(先崎他の注意評価スケール)においてその傾向が顕著であった。このうち、語流暢性検査では、研究 1 の発動性リハビリテーションによる発動性の改善に伴って産出語数が劇的に増加し、続いて、研究 2 の反応抑制リハビリテーションによる反応抑制の改善に伴って保続反応の表出が抑制されるという、患者が受けた認知リハビリの内容に応じた遂行の質的变化が観察された。また、研究 3 の社会的認知リハビリテーションの後には、訓練課題と直接的に関係する表情認知課題のみでなく、一次の誤信念課題や失言課題といった心の理論課題においても訓練効果の般化が認められた。

表 1. 社会的認知リハビリテーション(研究 3)の前後に実施した心の理論課題の結果(正答率)

	訓練前	訓練後
誤信念課題(一次)	66.7	100
誤信念課題(二次)	0	0
失言課題	16.7	66.7
表情認知課題	33.3	63.3

(6) 結論

本研究は、前頭葉損傷者の遂行機能障害の改善をねらいとした認知リハビリを実施し、その訓練効果を行動データと NIRS による脳血流データの両側面から検討することを目的とした。遂行機能のうち、発動性、反応抑制、社会的認知、認知的柔軟性の各機能の促進をめざした直接刺激法による 4 つの治療的介入をおこなったところ、いずれについても訓練後には患者の認知成績が改善し、さらに、前頭前野の脳血行動態反応においても訓練の実施に伴う量的・質的变化が観察された。本研究の一連の結果は、直接刺激法に基づいた遂行機能障害の認知リハビリが慢性期の前頭葉損傷者の行動面の改善のみでなく、脳内病変

部位においても可塑的な変化をもたらす可能性を示唆しており、前頭葉損傷者の遂行機能障害を標的とする認知リハビリの有効性を行動面及び脳血流面の双方から支持するエビデンスの 1 つとして位置づけられる。

5. 主な発表論文等

[雑誌論文] (計 5 件)

- ①柴崎光世・豊田元子 (投稿中). 慢性期前頭葉損傷者を対象とした発動性障害の認知リハビリテーション—機能回復法によるアプローチ— 言語聴覚研究. 査読有
- ②柴崎光世 (2013). 簡易型近赤外分光法装置の前頭葉機能リハビリテーションへの応用に関する実験的検討 明星大学心理学年報, 第 31 号, 17-28. 査読なし
- ③柴崎光世 (2012). 前頭葉機能障害の認知リハビリテーション 明星大学心理学年報, 第 30 号, 23-40. 査読なし
http://repository.meisei-u.ac.jp/Shinri-kiyo/no.30_2012/J-snrNo030a05.pdf
- ④柴崎光世 (2011). 前頭葉損傷者の発動性障害への認知リハビリテーション—近赤外分光法(NIRS)による検討— 明星大学心理学年報, 第 29 号, 51-57. 査読なし
http://repository.meisei-u.ac.jp/Shinri-kiyo/no.29_2011/J-snrNo029a07.pdf
- ⑤柴崎光世・小原健一郎・松本充彦・吉澤未来 (2010). 前頭葉機能の認知リハビリテーションにむけての訓練課題開発の試み—近赤外分光法による検討— 明星大学心理学年報, 第 28 号, 1-9. 査読なし

[学会発表] (計 5 件)

- ①Shibasaki, M., Takashita, A. The effectiveness of cognitive rehabilitation of response inhibition deficits in a patient with chronic prefrontal lesions: A NIRS study. International Neuropsychological Society 2013 Mid-Year Meeting, July 11, 2013, Amsterdam, The Netherlands.
- ②Shibasaki, M. Cognitive rehabilitation of response inhibition deficit in a chronic stroke patient: A near-infrared spectroscopy study. International Neuropsychological Society 41th Annual Meeting, February 8, 2013, Hawaii, U. S. A.
- ③Shibasaki, M. Cognitive rehabilitation for activation deficit in a patient with frontal lobe lesions: A NIRS study. The 2011 International Neuropsychological Society Mid-Year Meeting/ ASSBI 4th Pacific Rim Conference, July 8, 2011, Auckland, New Zealand.
- ④柴崎光世 前頭葉機能障害の認知リハビリ

リテーション—実験心理学的なアプローチ— 日本心理学会第75回大会, 2011年9月17日, 日本大学. (ワークショップにおける話題提供)

- ⑤ Shibasaki, M., Toyota, M. Effectiveness of cognitive rehabilitation for activation deficit in a patient with frontal lobe lesions. The International Neuropsychological Society, The Polish Neuropsychological Society and The Polish Neuroscience Society Joint Mid-Year Meeting, July 1, 2010, Krakow, Poland.

6. 研究組織

(1) 研究代表者

柴崎 光世 (SHIBASAKI MITSUYO)

明星大学・人文学部・准教授

研究者番号 : 00325135