

令和 4 年 6 月 10 日現在

機関番号：16201

研究種目：基盤研究(C)（一般）

研究期間：2018～2021

課題番号：18K02759

研究課題名（和文）学習困難児における実行機能評価と個別指導に関する研究：shiftingに着目して

研究課題名（英文）Development of Assessment for executive functions and assessment-based intervention for children with learning disabilities: Concerning Shifting ability.

研究代表者

恵羅 修吉 (Era, Shukichi)

香川大学・教育学部・教授

研究者番号：70251866

交付決定額（研究期間全体）：（直接経費） 2,900,000円

研究成果の概要（和文）：学習困難児にみられる認知特性の一つとして実行機能の弱さが指摘されているが、評価方法の開発が課題である。

本研究では、実行機能の評価方法を開発し、評価に基づく支援方法のあり方を検討するため、基礎研究と実践研究を実施した。基礎研究では、語想起課題とトレイル・メイキング課題を取り上げ、近赤外分光法（NIRS）により課題遂行中の前頭前野脳血流を測定し、それぞれの課題で反映される実行機能についてShifting（切り替え）に着目して分析を行った。実践研究としては、学習困難児を対象として、実行機能の視点から個別の指導計画を作成し指導を行うことで、実行機能評価の実践的有効性について検証した。

研究成果の学術的意義や社会的意義

学習困難児の実行機能の弱さについては世界的に注目されているが、我が国ではその評価方法に関する研究は少なく、実行機能を的確かつ簡便に評価する検査の開発が課題となっている。本研究は、課題遂行成績だけではなくNIRSにより前頭前野脳血流を測定することで、実行機能評価方法について心理学と神経科学の2つの理論的基盤をもとに検討した点に学術的意義がある（基礎研究）。さらに、学習困難児を対象として実行機能の視点から個に即した指導を実施することで、その教育実践的価値を検討する点に社会的意義がある（実践研究）。

研究成果の概要（英文）：This study was conducted to develop the assessments of executive functions and the assessment-based intervention methods for children with specific learning difficulties. In experimental study, we investigated the cognitive functions underlying the Verbal Fluency Test and the Trail Making Test by behavioral indices and physiological indices by near-infrared spectroscopy (NIRS). On both tests, the significant enhancement of prefrontal activity on NIRS was observed during the task performing period. On the Verbal Fluency Test, we confirmed the phenomenon of rapid reduction of retrieval efficiency, which was suggested the possibility that shifting functions contribute the releasing retrieval inhibition on the long-term memory scanning. In practical study, we provided the individualized interventions for children with learning difficulties, which were underlined on compensating children's executive function difficulties. The effects of these intervention methods were practically verified.

研究分野：発達障害児の認知機能に関する神経心理学的評価

キーワード：実行機能 近赤外分光法 心理アセスメント 学習困難 特別支援教育 語想起課題

## 1. 研究開始当初の背景

学習につまずきのある児童生徒（以下、学習困難児）に対して適切な指導・支援を行うには、「根拠に基づく教育実践」を確立する必要がある。「根拠に基づく教育実践」では、①子どもが抱える困難と関連要因を明確にするアセスメントを実施し、②その結果と先行研究の知見に基づいた支援計画を作成・実行し、③その効果を検証して支援計画の継続/修正を判断する、といった良き循環を形成することが重要である。このような循環において、心理学が貢献可能な領域として子どもの認知機能を的確に評価するアセスメントの開発があげられる（惠羅，2020）。

学習困難児にみられる認知特性の一つとして実行機能の弱さがある。学習困難児は、学習場面や課題解決場面において「適切な方略を自発的に使用することの困難」や「複数の行為を同時に実行することの困難」、「課題と関連しない刺激や不必要な反応を効率よく抑制することの困難」を示すことが多い。課題を効率的に遂行するには、課題に即して自らの認知-行動系を調整し、不適切な刺激や反応を抑制し、自らの行動が課題に適合しているかをモニタする必要がある。これらの認知機能を総称して実行機能という（Miyake & Friedman, 2012）。実行機能の評価方法については、学齢期を対象とした発達の視点による研究が乏しい状況にある。特にわが国では、学習困難児を対象とした研究は極めて少なく、実行機能を的確かつ簡便に評価する検査の開発が課題となっている。

## 2. 研究の目的

本研究では、実行機能の評価方法を開発し、評価に基づく支援方法のあり方について検討することを目的とした。実行機能検査としては、伝統的な神経心理学の領域において知見が蓄積されている2つの検査、語想起課題とトレイル・メイキング(Trail Making)課題（以下、TM課題とする）を取り上げた。特に語想起課題を取り上げた理由は、①KABC-II や DN-CAS など実行機能の評価を含む標準化検査には言語領域の課題がないこと、②語想起課題が前頭葉機能を反映する検査として研究蓄積があること、③課題が比較的単純であり小学校低学年児や知的障害児にも適用可能であること、である。

本研究は、基礎研究と実践研究より構成した。基礎研究としては、定型発達者を対象として語想起課題ならびに TM 課題遂行中の前頭前野脳血流を近赤外分光法（near-infrared spectroscopy：以下、NIRS とする）。前頭前野の活動を分析することで、実行機能評価としての神経心理学的妥当性について検証した。実践研究としては、学習困難児を対象として、実行機能の視点から個別の指導計画を作成し、個別指導を実施した。実践的な事例研究を行うことで、実行機能評価が学習困難児に対する個別の指導計画における有効性について臨床的、実践的視点から検証した。

学習困難児にみられる実行機能の弱さについては、世界的に注目されているが、国内では研究蓄積が少ない現状にある。本研究は、課題遂行成績だけではなく NIRS を活用して脳機能計測をすることで、実行機能評価について心理学と神経科学の2つの理論的基盤のもとに検討をする点に学術的な価値がある（基礎研究）。さらに、学習困難児を対象として実行機能の視点から個別に即した指導を実施することで、その教育実践的価値を検討する点に教育実践的な価値がある（実践研究）。

## 3. 研究の方法

### (1) 基礎研究 1 語想起課題における検索効率の急速な低下現象と前頭葉脳血流変化の関連

語想起課題とは、共通属性を有する単語を限定された時間内で可能な限り報告する単語検索課題である。通常、報告された単語の総数が指標となる。課題遂行中の反応特徴として、時間経過に伴い再生数が急速に低下する現象がある。この検索効率の減衰現象は、検索方略の使用すなわち実行機能の関与が時間経過により変動することを示唆するものである。基礎研究1～3では、共通の手続きとして、1試行の制限時間を90secとし、NIRSのプロープ配置は左右前額部の2チャンネルとした。行動指標として再生数を、生理指標としてNIRSを用いて課題遂行中のOxyHb濃度変化量を測定し、行動指標と前頭前野活動の関連性について分析した。対象は、定型発達成人とした。基礎研究1では、候補となる語彙量が多い条件と少ない条件の2条件を設定した。さらに、両指標の関連について成績の高低による2群で比較検討した。NIRS測定の基本ラインは、各試行前に30secの計数課題を実施し、5～20secの区間におけるOxyHb濃度変化量の平均濃度を基準値とした。

### (2) 基礎研究 2 語想起課題における時間経過に伴う検索効率の急速な低下現象と前頭葉脳血流の時系列変動

研究方法は基本的に基礎研究1と同様とし、現性を確認した。ただし、基礎研究1とは分析方法が異なり、基礎研究2ではNIRS測定の基本ラインとして各試行の遂行時間の全域における測定値の平均を0として、各Sampling Pointで相対値を算出し、遂行時間90sec間のOxyHb濃度変化のトレンドを分析した。

**(3) 基礎研究 3 語想起課題における検索効率の急速な低下現象と前頭葉脳血流変化の関連：シフティング効果に関する検討**

本研究では、実行機能の諸要因のなかでも「シフティング shifting：転換」に該当する要因について特に注目し、基礎研究 1・2 と同一手続きを基として、語想起課題に手がかりを切り替えて実行する条件を加えた。条件の施行順は、単純条件（手がかりは 1 つ）1 回目、シフティング条件（手がかりは 2 つで交互に想起する）、単純条件 2 回目とした。

**(4) 基礎研究 4 TM 課題遂行時における前頭葉脳血流の変化：日本版 DN-CAS 認知評価システムの下位検査「系列つなぎ」を用いて**

TM 課題の難易度が前頭前野の活動に及ぼす影響について検討した。難易度は、切り換えの有無とした。具体的には、数字のみの系列順で線を引く切り換えのない単純条件、数字と平仮名で交互に線を引く 2 交代条件、数字・平仮名・アルファベットで交代して線を引く 3 交代条件を設定した。課題遂行時間と課題実行中の OxyHb 濃度変化量を測定した。

**(5) 基礎研究 5 TM 課題遂行時における前頭葉脳血流の変化：日本版 DN-CAS 認知評価システムの下位検査「系列つなぎ」を用いて（2）**

基礎研究 4 の追試として実施した。NIRS のベースライン設定を変更した。

**(6) 実践研究 実行機能を視点とした個別指導の実践**

実践研究では、申請者の所属機関に附属する特別支援教室（通常の学級に在籍する特別な支援を必要とする児童生徒のための通級指導モデル教室）に来談した学習困難児を対象として、実行機能の視点より支援方法を検討して実践した。

#### 4. 研究成果

**(1) 基礎研究 1 語想起課題における検索効率の急速な低下現象と前頭葉脳血流変化の関連**

語彙量の多少に関わらず時間経過に伴う検索効率の急速な低下現象が安定して出現することを確認するとともに、それに随伴して時間経過に伴う OxyHb 濃度変化量が増加することを認めた。さらに行動指標と NIRS 指標の関連性を分析するため、参加者を課題遂行成績の高低で二分して比較した。その結果、遂行成績の高低に関わらず時間経過に伴う検索効率の急速な低下現象は出現すること、低成績者よりも高成績者の OxyHb 濃度変化量が多く、その差は課題遂行の冒頭よりも中盤および後半で拡大した。以上の結果より、時間経過に伴う検索効率の急速な低下現象の背後で、検索困難状態から脱するために実行機能が活動し、前頭前野の賦活に繋がっていることが示唆された。

**(2) 基礎研究 2 語想起課題における時間経過に伴う検索効率の急速な低下現象と前頭葉脳血流の時系列変動**

行動指標では時間経過に伴う検索効率の急速な低下現象を確認するとともに、これに随伴して時間経過に伴い OxyHb 濃度変化量は緩やかに増加したことから、基礎研究 1 の結果の再現性が確認された。さらに、参加者を課題遂行成績の高低で二分して比較した。その結果、遂行成績の高低に関わらず時間経過に伴う検索効率の急速な低下現象は出現すること、成績の高低に関わらず時間経過に伴い OxyHb 濃度変化量が緩やかに増大することが認められた（図 1）。以上より、時間経過に伴う検索効率の急速な低下現象の背後で検索困難となった状態を解除するために実行機能が活動していること、前頭前野の賦活は実行機能の活動を反映しているもので検索抑制の解除を反映するものではないことが示唆された。

**(3) 基礎研究 3 語想起課題における検索効率の急速な低下現象と前頭葉脳血流変化の関連：シフティング効果に関する検討**

時間経過に伴う検索効率の急速な低下現象と課題遂行中の前頭前野の賦活との関連と、手がかりを切り替えながら単語を報告するシフティングの効果について検討した。結果としては、時間経過に伴う検索効率の急速な低下現象を確認するとともに、時間経過に伴う OxyHb 濃度変化量の増加が認められた。シフティングの効果については確認されなかった（表 1）。以上より、時間経過に伴う検索効率の急速な低下現象の背後で、検索困難状態から脱するために実行機能が活動し、前頭前野の賦活に反映されていることが示唆された。

**(4) 基礎研究 4 TM 課題遂行時における前頭葉脳血流の変化：日本版 DN-CAS 認知評価システムの下位検査「系列つなぎ」を用いて**

課題遂行時間は、単純条件に比べて 2 交代条件・3 交代条件において顕著に延長した。一方、OxyHb 濃度変化量は、課題の難易度が高まるにつれて増大した。3 交代条件では、遂行時間と OxyHb 濃度変化量の間に関連が有意な正の相関があった。課題難易度が前頭前野の活動に影響を及ぼすことから、TM 課題は前頭前野の活動が関与する実行機能の評価方法として妥当性を有することが示唆された。

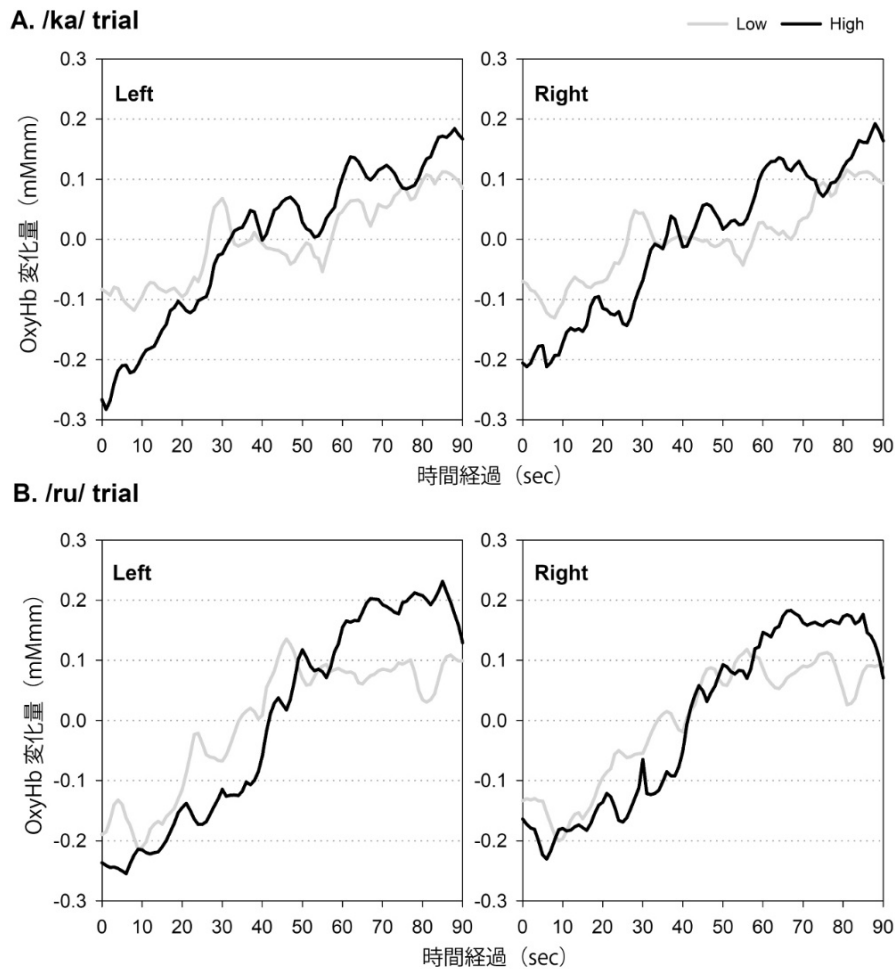


図1 低成績群(Low)と高成績群(High)それぞれにおける左右前額部でのOxyHb濃度変化量の総加算平均波形:Aは語量の多い条件である/か/試行, Bは語量の少ない条件である/る/試行

(5) 基礎研究5 TM課題遂行時における前頭葉脳血流の変化: 日本版DN-CAS認知評価システムの下位検査「系列つなぎ」を用いて(2)

課題遂行時間は単純条件に比べて2交代条件・3交代条件において顕著に延長したが、一方、OxyHb濃度変化量では課題難易度で有意差が認められなかった。つまり、再現性については、課題遂行時間では確認されたが、OxyHb濃度変化量では確認されなかった。2交代・3交代条件では、遂行時間とOxyHb濃度変化量の間に関連が認められるとともに、誤反応のあった参加者で両者が遅延及び増大していた(図2)。TM課題の臨床的有用性を検証するために誤反応分析を行うことが重要であると指摘した。

表1 左右前額部における課題条件別、区間別によるOxyHb濃度変化量(mMmm)の平均と標準偏差

左前額部

課題条件	第1区間: 0 - 30 sec		第2区間: 31 - 60 sec		第3区間: 61 - 90 sec	
	平均	標準偏差	平均	標準偏差	平均	標準偏差
単純条件1回目	0.036	0.146	0.143	0.353	0.235	0.380
シフティング条件	0.029	0.239	0.184	0.325	0.211	0.264
単純条件2回目	-0.058	0.173	-0.022	0.214	0.061	0.207

右前額部

課題条件	第1区間: 0 - 30 sec		第2区間: 31 - 60 sec		第3区間: 61 - 90 sec	
	平均	標準偏差	平均	標準偏差	平均	標準偏差
単純条件1回目	0.043	0.177	0.157	0.316	0.221	0.287
シフティング条件	0.023	0.238	0.161	0.340	0.183	0.296
単純条件2回目	-0.059	0.178	-0.049	0.241	0.032	0.260

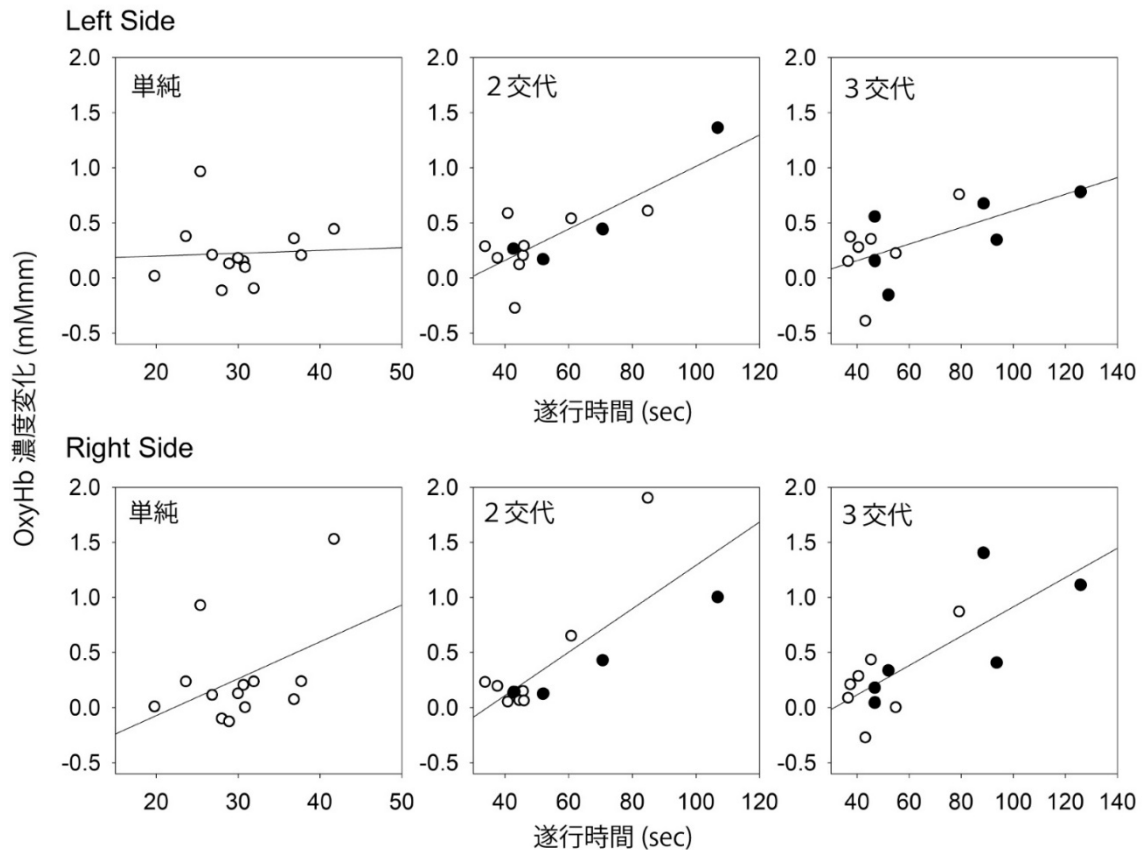


図2 各課題条件における遂行時間と左右前頭部の平均 OxyHb 濃度変化との相関  
(●は誤反応があった参加者を示す。)

#### (6) 実践研究 実行機能を視点とした個別指導の実践

複数事例の学習困難児で指導実践を行ったが、本稿ではそのうち1事例の実践について報告する。通常の学級に在籍する中学生を対象として、自立活動としての作文指導のあり方について実践的に検討した。見通しをもって活動することや作文を書くことを苦手とする中学生に対して、実行機能の促進ならびにその弱さの補償とワーキングメモリの負荷軽減に着目した個別指導を行った。指導では、実行機能の弱さを補償するために、作文に関与する諸認知活動を分割し、一つ一つの認知活動に集中できる状態を設定した。また、情報の保持と処理に関するワーキングメモリの負荷を軽減させるため、作文を書き始める前段階として作文メモを導入した。全13回の指導を行った。指導期間の事前・事後に実施した自己評価アンケートと作文を比較し、指導後で作文への好感度と自信度の向上、作文に対する客観的評価の改善が認められた。以上より、作文における苦手意識の改善と実行機能の促進ならびにその弱さの補償において、本指導方針の有効性が示唆された。作文指導で促進された実行機能を日常生活における他の課題解決場面で活用することを含めた指導計画を開発するが今後の課題であることを指摘した。

#### <引用文献>

- 惠羅修吉 (2020) 特別な教育的ニーズのある子どもの支援 有馬道久・大久保智生・岡田涼・宮前淳子 (編) 学校に還す心理学：研究知見からともに考える教師の仕事 ナカニシヤ出版. Pp.108-115.
- Miyake, A., & Friedman, N. P. (2012) The nature and organization of individual differences in executive functions: Four general conclusions. *Current Directions in Psychological Science*, 21, 8-14.

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計2件（うち査読付論文 0件/うち国際共著 0件/うちオープンアクセス 2件）

1. 著者名 恵羅修吉・西田智子	4. 巻 4
2. 論文標題 トレイル・メイキング・テスト (Trail Making Test) 遂行時における前頭葉脳血流の変化：日本版DN-CAS 認知評価システムの下位検査「系列つなぎ」を用いて	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 香川大学教育学部研究報告	6. 最初と最後の頁 59-65
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	査読の有無 無
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 -

1. 著者名 恵羅修吉・西田智子	4. 巻 151
2. 論文標題 語想起課題における検索効率の急速な低下現象と前頭葉脳血流変化の関連	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 香川大学教育学部研究報告 第1部	6. 最初と最後の頁 151-161
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	査読の有無 無
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 -

〔学会発表〕 計0件

〔図書〕 計1件

1. 著者名 有馬道久・大久保智生・岡田涼・宮前淳子	4. 発行年 2020年
2. 出版社 ナカニシヤ出版	5. 総ページ数 192
3. 書名 学校に還す心理学：研究知見からともに考える教師の仕事	

〔産業財産権〕

〔その他〕

成果報告書「学習困難児における実行機能評価と個別指導に関する研究：shiftingに着目して」（85頁）2022年3月

6. 研究組織

	氏名 (ローマ字氏名) (研究者番号)	所属研究機関・部局・職 (機関番号)	備考
研究分担者	西田 智子  (Nishida Tomoko)  (00243759)	香川大学・教育学部・教授   (16201)	
研究分担者	中島 栄美子  (Nakajima Emiko)  (70533884)	香川大学・教育学部・准教授   (16201)	

	氏名 (ローマ字氏名) (研究者番号)	所属研究機関・部局・職 (機関番号)	備考
研究協力者	大倉 万由子  (Ohkura Mayuko)		

7. 科研費を使用して開催した国際研究集会

〔国際研究集会〕 計0件

8. 本研究に関連して実施した国際共同研究の実施状況

共同研究相手国	相手方研究機関
---------	---------