

科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成 29 年 5 月 24 日現在

機関番号：16201

研究種目：基盤研究(C) (一般)

研究期間：2014～2016

課題番号：26381325

研究課題名(和文) 学習困難児における実行機能の評価と支援方法に関する基礎的ならびに実践的研究

研究課題名(英文) Assessment of Executive functions and clinical practice for children with learning difficulties

研究代表者

惠羅 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) 3,400,000円

研究成果の概要(和文)：学習困難を抱える児童生徒を対象とした実行機能の評価とそれに基づく支援方法の開発を目的とした。基礎研究では、実行機能検査として語想起課題と系列つなぎ課題を取り上げ、課題遂行に関する認知機能について行動指標と生理指標より分析した。両課題ともに課題遂行に前頭前野が強く関与していた。語想起課題では、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ていることが示唆された。実践研究では、「同時処理の弱さがある小学校低学年男児に対する概念地図法を用いた語彙指導」等の指導実践を行い、実行機能の視点から指導計画を策定し、その妥当性について考察した。

研究成果の概要(英文)：This study aimed to develop the assessment of executive functions and the assessment-based intervention methods for children with learning difficulties. In experimental study, we investigated the cognitive functions underlying the Verbal Fluency Test and Trail Making Test, by behavioral index and physiological index by near-infrared spectroscopy. On each task performance, the significant enhancement of prefrontal activity was observed. Behind the phenomenon of rapid reduction of retrieval efficiency on the Verbal Fluency Test, we suggest the possibility that executive functions contribute the releasing retrieval inhibition on the long-term memory scanning. In practical study, we had several individualized instructions for the students with learning difficulties, such as 'Using concept mapping method to enhance lexical and categorical knowledge for an early-elementary-school child with poor simultaneous processing.' The effects of instruction 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 学習困難 近赤外分光法 語想起課題 心理アセスメント 特別支援教育

1. 研究開始当初の背景

(1) 近年、学習につまずきのある児童生徒（以下、学習困難児）に対する個に応じた教育について関心が高まっている。学習困難児に対して適切な教育的支援を提供するには、科学的根拠に基づく教育実践を確立することが課題である。根拠に基づく教育実践では、①対象児が抱える困難と関連要因を明らか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指導効果を検証して支援計画の有効性を吟味することで計画の継続あるいは修正の判断を行う、といった良き循環を形成することが重要である。このような循環プロセスにおいて、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検査方法を開発することがあげられる。

(2) 最近の研究では、学習障害を含む学習困難児について、その認知特性として実行機能の弱さが指摘されている。学習困難児は、一般的に、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「課題と関連しない刺激を効率よく抑制することの困難」を示す。課題を適切かつ効率的に遂行するには、課題内容に従って自らの認知・行動系を調整し、不適切な刺激や反応を抑制し、自らの遂行が課題に適合しているかどうかをモニターする必要がある。これらの認知機能は、「実行機能」という概念で総称されている。

(3) 実行機能は、最近の認知神経科学では、①前頭前野の関与が強いこと、②前頭領域の発達と関連性が高いことが指摘されている。一方、教育心理学においては、実行機能は、発達障害児の認知特性を理解し、それに基づいた指導計画を作成するうえで価値のある鍵概念として期待されている（例えば、Kaufman, C. *Executive function in the classroom*. Paul H. Brookes Publishing, 2010; Meltzer, L. *Executive Function in Education*. Guilford Press, 2007; McCloskey, G. et al. *Assessment and Intervention for Executive Function Difficulties*. Routledge, 2009)。しかしながら、実行機能の評価方法については、発達の視点に立った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、現在、実行機能を的確かつ簡便に評価する検査を開発することが課題の一つになっている。

2. 研究の目的

(1) 本研究では、学習困難児を対象とした実行機能の評価方法を開発するとともに、評価に基づく支援方法のあり方について検討する。実行機能についてはその領域特異性が論点の一つになっているが、本研究では言語記憶領域に焦点化し、この領域における代表的な実行機能課題である語想起課題を取り上げる。その理由として、i)DN-CAS 検査など実行機

能評価を含む標準化検査には言語記憶領域の課題がないこと、ii)本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（惠羅, 1992）、iii)課題内容が比較的単純であるため就学前児や知的障害児にも適用可能であること（惠羅・大庭, 2008a）、以上3点を考慮した。

(2) 研究代表者による平成 17～19 年度科学研究費補助金「発達障害児を対象とした実行機能の評価に関する基礎的研究」では、行動指標と生理指標（事象関連脳電位）より、語想起課題における反応特性と前頭葉の関与について検討した。さらに、小学校低学年児童と知的障害児を対象として本評価法の適用可能性について確認した（惠羅・大庭, 2008a, 2008b）。これらの研究成果を発展させるため、本研究では、さらに基礎的検討を進めるとともに、学習困難児を対象とした実践研究を行い、実行機能評価に基づく支援方法の有効性について検証するものである。

(3) 本研究は、基礎研究と実践研究より構成される。基礎研究としては、定型発達成人を対象として、語想起課題遂行中における近赤外分光法（Near-infrared spectroscopy, 以下 NIRS とする）による脳機能計測を行い、本検査による評価法における前頭葉機能の関与について確認することで、本評価方法の神経心理学的な妥当性について検証する。また、実行機能の個人差を規定する要因に関する分析を行う。実践研究としては、学習困難児を対象として、WISC-IV など標準化検査に実行機能評価を加えた心理アセスメントを実施し、その評価に基づく個別の指導計画を作成して実行する。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、教育的視点より考察する。

3. 研究の方法

(1) 基礎研究として、定型発達成人を対象として、語想起課題に関与する認知機能について検証し、本評価方法の神経心理学的な妥当性を解明する。実行機能検査として採用する語想起課題では、前回科学研究費補助金研究で実施した小学校低学年児童を対象とした研究手続きを継承する（惠羅・大庭, 2008b）。この手続きは、軽・中度知的障害児でも実施可能であり（惠羅・大庭, 2008a）、成人を含め対象範囲を限定しない手続きである。語想起課題とは、ある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多く再生する単語検索課題である。通常、制限時間内で再生した単語総数が指標となる。課題遂行中の反応特徴として、時間経過に伴い再生単語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している（惠羅, 2010）。本研究では、行動指標として総再生数と時間経過による減衰率

の2つの行動指標とする。反応とともに課題遂行中の前頭葉活動を NIRS により測定することで、行動指標と前頭葉活動の関連性を解明する。

①語想起課題における検索効率の急速な低下現象と音韻的短期記憶能力の関連に関する研究：定型発達成人 50 名を対象として、語想起課題にあわせて音韻的短期記憶を反映する課題（数唱の順唱課題）を実施した。順唱課題の成績の優劣による群間比較を実施した。

②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に関する研究：実行機能を反映する語想起課題の遂行中に出現する時間経過に伴う検索効率の急速な低下現象と前頭前野の活性化との関連性について検討した。定型発達成人 21 名を対象として、課題遂行中の前頭領域における脳血流を近赤外分光法により測定した。語想起課題については、語彙量の多い条件（語彙量 L 条件）と少ない条件（語彙量 S 条件）を設定した。課題遂行成績の低い群（成績 L 群）と高い群（成績 H 群）の 2 群を比較した。課題遂行時間は 90 秒間とし、30 秒間ずつの 3 区間で比較した。

③ Trail Making Test（以下、TMT）遂行時における前頭葉脳血流の変化に関する研究：定型発達成人 19 名を対象として、DN-CAS の系列つなぎ検査に基づく TMT 実行中の前頭前野の活動について、近赤外線分光法による脳内血液酸素動態を測定した。TMT については難易度の異なる条件（単純、2 交代、3 交代）を設定し、行動指標（遂行時間）と生理指標（NIRS）の関連性について検討した。

(2)実践研究では、香川大学大学院教育学研究科の設置施設である特別支援教室「すばる」（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教室である）に来談した学習困難のある児童生徒を対象に実行機能評価を含む心理アセスメントを行い、評価に基づく支援方法の開発に取り組んだ。本報告では、以下の 2 事例の実践研究について報告する。

①同時処理の弱さがある小学校低学年男児に対する概念地図法を用いた語彙指導

②数的推論の弱さがみられた小学校低学年の児童に対する算数文章題の指導

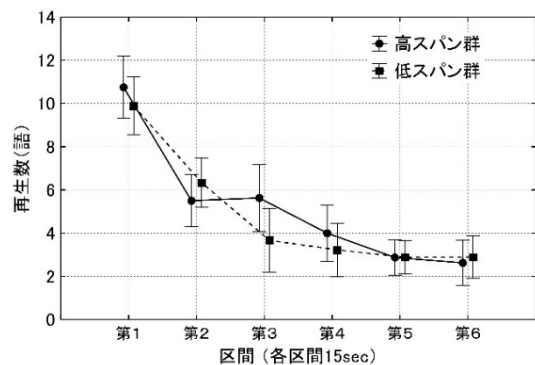
4. 研究成果

(1)基礎研究

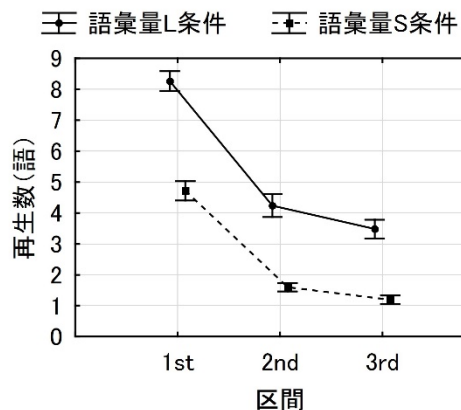
①語想起課題における検索効率の急速な低下現象と音韻的短期記憶能力の関連に関する研究：語想起課題の遂行中によく観察される現象として、遂行時間の経過に伴う単位時間あたりの再生数すなわち検索効率の急速な低下がある。本研究では、成人を対象として、数唱課題によって評価した音韻的短期記憶能力の強弱による 2 群（高スパン群と低スパン群）を設定し、音韻的短期記憶能力が語想起課題における検索効率の低下現象に及ぼす影響に

ついて検討した。その結果、検索効率の低下現象の出現様相は、両群でほぼ一致しており、音韻的短期記憶能力が語想起課題に及ぼす影響は確認されなかった（図①-1）。以上より、課題遂行中に自ら再生した単語を一時的に保持することに起因して検索効率の低下が惹起されたのではないことが示唆された。

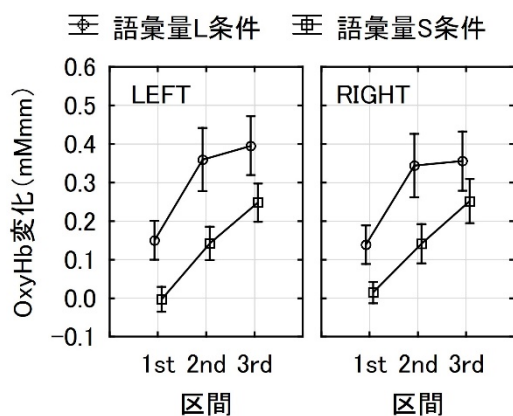
②語想起課題における検索効率の急速な低下現象と前頭葉脳血流変化の関連に関する研究：語想起課題の遂行中にみられる時間経過に伴う検索効率の急速な低下現象と前頭前野の活性化との関連性について検討した。時間経過に伴う検索効率の急速な低下現象は、語彙量条件に関わらず、安定して出現することが確認された（図②-1）。この現象に随伴して時間経過に伴う OxyHb 濃度変化量の増加を認められた（図②-2）。さらに行動指標と NIRS 指標の関連性を分析するため、参加者を課題遂行成績の高低で二分して比較した。その結果、遂行成績の高低に関わらず時間経過に伴う検索効率の急速な低下現象は出現すること、低成績者よりも高成績者の 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（図②-3）。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。



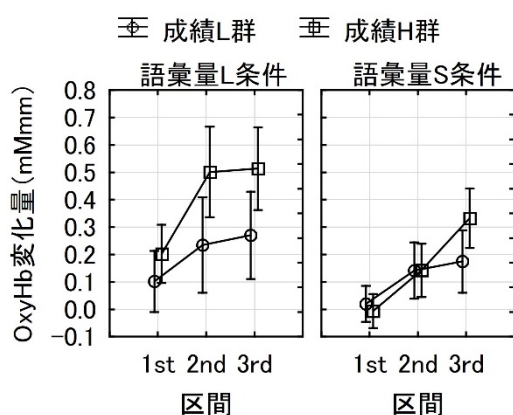
図①-1 高スパン群と低スパン群における区間別再生数
(エラーバーは 95%信頼区間)



図②-1 語彙量条件ごとの区間別再生数の推移
(エラーバーは標準誤差)



図②-2 語彙量条件ごとの位置・区間別 OxyHb 変化の推移 (エラーバーは標準誤差)



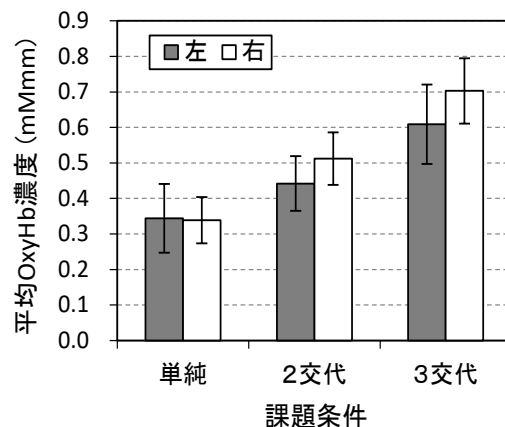
図②-3 成績 L/H 群における語彙量条件・区間別 OxyHb 変化の推移 (エラーバーは標準誤差)

③TMT 遂行時における前頭葉脳血流の変化に関する研究: TMT における行動指標では、単純条件に比べて 2 交代条件・3 交代条件において遂行時間の顕著な延長がみられた。一方、OxyHb 濃度変化では、課題の難易度が高まるにつれて OxyHb 濃度変化量が增大した (図③-1)。また、3 交代条件において、遂行時間と OxyHb 濃度変化の間に有意な正の相関が認められた (図③-2)。以上より、TMT における課題の難易度が前頭前野の活動に影響を及ぼすことが明らかになった。このことは、TMT が実行機能を支える神経基盤である前頭前野の神経活動を確かに反映した課題であることを支持するものである。

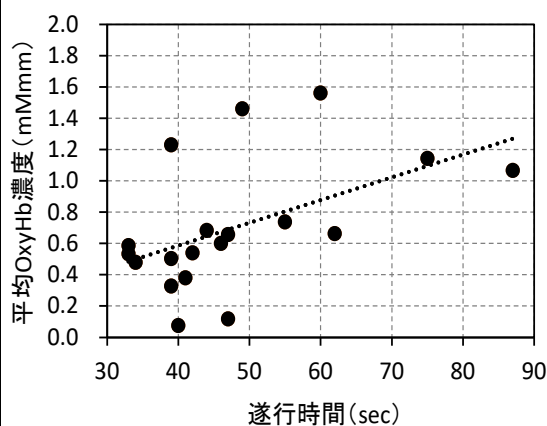
(2) 実践研究

実践研究として 6 事例の指導を行った。報告書としては、そのうちの 2 事例について実践研究論文にまとめた。

④同時処理の弱さがある小学校低学年男児に対する概念地図法を用いた語彙指導: 本研究では、同時処理の弱さがある小学校低学年児童一例を対象に概念地図法を用いた語彙指導を実施した。カテゴリー的関連性を意識することが単語の想起に及ぼす影響について検討し、概念地図法を用いた指導の効果について



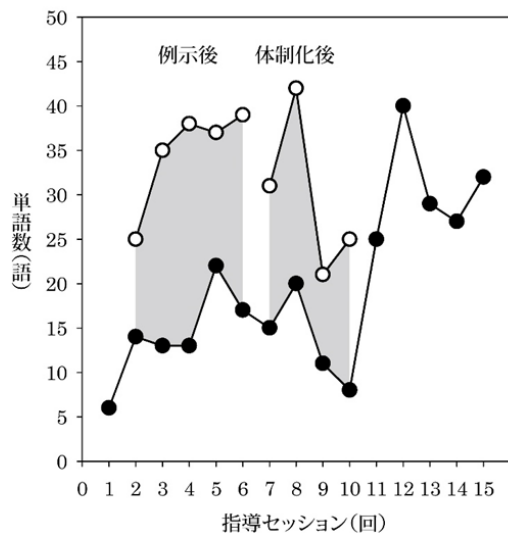
図③-1 各課題条件における平均 OxyHb 濃度変化 (誤差範囲として標準誤差を示す)



図③-2 3交代課題における遂行時間と右前頭部での平均 OxyHb 濃度変化の相関関係

考察することを目的とした。アセスメントより、対象児の個人内特性として同時処理の弱さが認められた。この特性に起因して知識の体制化が弱く、情報を関連づけることが苦手なのではないかと推定し、これを補償するため概念地図法を導入した。指導当初に作成した概念地図では、産出単語数が少なく、カテゴリー的な広がりには乏しかった。概念地図の作成に例示や体制化の補助的支援を加えることで、産出単語数の増大とカテゴリーの広がりが認められた (図④-1)。以上より、概念地図法による指導が単語のカテゴリー的関連性への意識を促すことが示唆された。指導者の側から、直接的あるいは間接的な手がかりを提供することが効果的であった。このような補助的支援は、意味関連性に関わる検索手がかりを自発的に使用することが困難であった対象児の実行機能の弱さを補完した可能性が推察される。

⑤数的推論の弱さがみられた小学校低学年の児童に対する算数文章題の指導: 本研究では、数的推論に弱さがある小学校 2 年生を対象に、算数文章題の解決に関する個別指導を行なった。指導前に KABC-II の習得尺度による学力評価を行った結果、算数尺度が最も低く、「計算」に比べて「数的推論」が有意に低かった。実行



図④-1 概念地図の作成においてA児が産出した単語数の推移

黒丸マーカーはテーマのみが提示された条件での再生単語数を示し、白丸マーカーは、S2～S6が「例示」後に再生した単語数、S7～S10が「体制化」後に産出した単語を含む数である。紗の部分新たに書き加えられた単語数に該当する。

機能については、アセスメントの結果、特に弱さは認められなかった。数的推論能力に弱さのある本児に対し、問題文が表す状況について具体物操作や描画により外的に表象化して理解することを促す指導を行ない、その有効性について検討した。指導の結果、文章題の正答数は増加し、文章題に取り組む際の方略使用に変化が見られた。指導前はキーワードのみに着目して立式し解答していたが、指導後には自ら描画して式を考えるなど、問題解決において表象化方略を自発的に使用する様子が確認された。表象化方略を促す指導は、問題の理解過程を補助するだけでなく、解答後の見直しでも活用可能である。本実践により、数的数論の弱さがある児童に対する外的表象化の方略指導の有効性が示された。

5. 主な発表論文等

(研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線)

[雑誌論文] (計4件)

- ①吉松 佳子, 惠羅 修吉, 中島 栄美子, 数的推論に弱さがみられた小学校低学年の児童に対する算数文章題の指導, 発達障害支援システム学研究, 査読有, 16(1), 印刷中
- ②惠羅 修吉, 発達障害児を対象とした語想起課題による実行機能の評価に関する展望, 香川大学教育学部研究報告 第1部, 査読無, 147, pp. 153-173
- ③惠羅 修吉, 語想起課題における検索効率の急速な低下現象と音韻的短期記憶能力の関連, 香川大学教育学部研究報告 第1部, 査読無, 146, 2016, pp. 47-52

- ④岡根 佳子, 惠羅 修吉, 中島 栄美子, 同時処理の弱さがある小学校低学年男児に対する概念地図法を用いた語彙指導, LD 研究, 査読有, 25, 2016, pp. 67-76

[学会発表] (計2件)

- ① 惠羅 修吉, 原田 茉莉, 西田 智子, Trail Making Test (系列つなぎ検査) 遂行時における前頭葉脳血流の変化, 日本LD学会第25回大会, 2016年11月20日, パシフィコ横浜 (神奈川県・横浜市)
- ② 惠羅 修吉, 知的障害者の行為の実行制御へのアプローチ (自主シンポジウム, 企画者: 葉石光一), 日本特殊教育学会第53回大会, 2015年9月20日, 東北大学 (宮城県・仙台市)

6. 研究組織

(1) 研究代表者

惠羅 修吉 (ERA, Shukichi)
香川大学・教育学部・教授
研究者番号: 70251866

(2) 研究分担者

西田 智子 (NISHIDA, Tomoko)
香川大学・教育学部・教授
研究者番号: 00243759

中島 栄美子 (NAKAJIMA, Emiko)
香川大学・教育学部・准教授
研究者番号: 70533884

(3) 研究協力者

岡根 佳子 (OKANE, Yoshiko)

吉松 佳子 (YOSHIMATSU, Yoshiko)

原田 茉莉 (HARADA, Mari)