

令和 2 年 6 月 7 日現在

機関番号：11501

研究種目：基盤研究(C)（一般）

研究期間：2016～2019

課題番号：16K04290

研究課題名（和文）性差から紐解く実行機能における障害特性

研究課題名（英文）Disorder-related personality traits in executive functioning revealed by sex differences

研究代表者

大村 一史（Omura, Kazufumi）

山形大学・地域教育文化学部・教授

研究者番号：90431634

交付決定額（研究期間全体）：（直接経費） 3,500,000円

研究成果の概要（和文）： 定型発達と非定型発達を隔てうる分水嶺を探るための手がかりを、情動的実行機能（情動処理機能）と認知的実行機能（抑制機能）の両面から捉え、課題遂行時の課題成績・脳活動に及ぼす性差および障害特性傾向の影響を調べた。情動処理機能および抑制機能ともに、課題成績・脳活動に及ぼす性差および障害特性傾向の影響を明らかにするまでには至らなかった。情動処理機能の解析は今後も継続し、更なる検討を進めていく予定である。

研究成果の学術的意義や社会的意義

実行機能を反映する各種課題成績や脳活動が、性差や障害特性傾向に修飾されることは支持されてきたが、本研究の意義は、この修飾の程度が定型・非定型発達では異なりうるという考えに依っている。性差・脳・行動の関係に対して、量的アプローチから迫った生理心理学的研究は、本邦ではあまり展開されておらず、将来の発達障害の性差研究に寄与し、性差を考慮した介入プログラムの開発への客観的指針を提案できると思われる。

研究成果の概要（英文）： The possibility exists that ridges divide the executive functions between typical and atypical developments. This study aimed to investigate the influence of disorder-related personality traits and sex differences on the individual differences of executive functions measured using electrophysiological and behavioral indexes. The point of view is based on psycho-neuro profiles. We used an emotional processing task and a response inhibition task to assess sex differences of emotional/cognitive executive functions associated with disorder-related personality traits. The results suggest no sex differences of electrophysiological and behavioral indexes on executive functioning in both tasks. We are currently continuing analysis adding new perspectives of influential factors, especially for the emotional processing task.

研究分野：社会科学

キーワード：実行機能 発達障害 個人差 実験系心理学 脳・神経

様式 C - 19、F - 19 - 1、Z - 19 (共通)

1. 研究開始当初の背景

現在、学習障害(LD)、注意・欠如多動症(ADHD)、自閉スペクトラム症(ASD)に代表される発達障害が示す独特な認知行動特性が、その脳機能の異常や不全に基づくものであることが脳神経研究から明らかにされるようになってきた。教育現場では、約6%の児童生徒に何らかの発達障害が疑われるという疫学的数字も示されていることから、発達障害に対する適切な教育支援の提供は社会的要請として急務とされている。しかし、支援に先立つアセスメントの基本は、未だに行動的な判断基準に依っているという現実がある。発達障害の示す認知行動特性は非常に多様性に富むとともに、複数の障害特性も同時に呈する合併症因子の交絡のために、もはや単一の障害名でその特性を記述することには限界が来ているとさえ言える。このような限界が指摘される中で、障害の示す特性を、将来の目標を達成するために適切に目前の問題処理を実現する実行機能(抑制機能・シフティング・ワーキングメモリによるアップデート)から捉え、客観的な生物学的マーカーを探索する新しい研究の潮流が興っている。

これまで当研究室でも実行機能から障害特性を捉える研究を展開してきたが、ADHD群、健常群というような従来からの群間の質的比較のみでは、連続体(スペクトラム)の偏差として位置づけられる障害の多様性を捉えきれないという問題に直面してきた。また地方都市では、サブタイプや投薬治療を完全に統制して、一定数の研究対象者を確保するには相当の困難さがあった。このような研究上の限界を補うために、群間内でのバラツキを考慮した量的な個人差研究を展開していく中で、定型発達(健常群)と非定型発達(ADHD群)の間には、量的で連続的な関係が認められつつも、両者を隔てる質的な分水嶺の存在が色濃く感じられるようになってきた。

そこで、本研究ではサンプルサイズのバランス統制が容易で、発達障害には男性の罹患率が多いという疫学的事実をもとに、遺伝的に影響の大きい性染色体の違い(性差)に注目することにした。発達障害の示す認知行動特性傾向を実行機能プロフィールとして描き出し、行動指標と生理指標の組合せによって、実行機能の性差を発達障害の中間表現型に据えて、定型発達と非定型発達を隔てる分水嶺を探る基礎的研究を計画した。性差-脳-行動の関係(心理-脳神経プロファイル)を統合的に結びつけて、アセスメントとその後の支援に役立つ指針の提供を目指す基礎的研究を試みた。

2. 研究の目的

発達障害の示す認知行動特性の傾向を実行機能のプロフィールとして描出し、行動指標(行動データ)と生理指標(事象関連電位[event-related potential: ERP]データ)の組合せを用いて、実行機能の個人差を性差から捉え、定型発達と非定型発達を隔てうる分水嶺を探るための手がかりを検討した。定型発達者を対象に、抑制機能や情動処理機能といった認知・情動コントロール課題を実施して、実行機能の性差を発達障害の中間表現型に据えて、「性差-脳-行動」をクロスオーバーさせた質的・量的アプローチにより、連続体の中の一つの偏差と位置づけられる発達障害の神経メカニズムの解明と心理-脳神経プロファイルにもとづいたアセスメントの確立に寄与する基礎的研究の展開を目的とした。

特に、従来の認知面を重視した実行機能(認知的実行機能)だけでなく、情動面の実行機能(情動的実行機能)にも着目した。情動的実行機能については未だ明らかになっていない部分も多いため、探索的に情動処理課題を用いて、課題遂行時の行動データとERPデータが、性差と障害特性傾向(衝動性傾向および自閉性傾向)にどのように修飾されるかを中心に検討した。

(1) 情動的実行機能(情動処理機能)の検討では、大脳半球機能差を検討する半側視野への瞬間呈示を利用し、実行機能が情動処理に与える影響を明らかにする。先行研究から、情動価を伴った刺激(ここでは表情によりカテゴライズされた顔刺激)の処理は右半球の優位性が示されているが、性差と障害特性傾向の関連に着目した研究は報告がほとんどないため、申請時に提案した課題のうち、新奇性の高いこの課題を優先的に実施することにした。仮説として、自閉性傾向が高い者は、定型発達で見られる情動刺激の右半球優性が消失すると考えられるが、この関係に性差がどのように影響するのかを行動データ・ERPデータから紐解いていく。

(2) 認知的実行機能(抑制機能)の検討には、これまでの一連の実行機能に関する研究において、心理実験にて収集した行動データを再解析するによって対応する。従来、数的距離(二つの数字の数的な隔たり)と物理的サイズ(二つの数字の物理的大きさ)を実験的に操作することによって数処理能力の発達差が検討されてきたが、実行機能(特に抑制機能)が数処理能力の成熟に影響すると考えられてはいるものの、本邦では発達過程における数処理能力と抑制機能の関係は未だ明らかになっていなかった。小学生を対象としたサイズ比較課題と数値比較課題から構成される数ストループ課題を用いて、この数処理能力と抑制機能の関係と、両機能に及ぼす性差の影響を明らかにしていく。

3. 研究の方法

(1) 情動処理機能

研究対象者

健常大学生(男性44名、女性51名)を対象とした。本研究は、山形大学地域教育文化学部倫理委員会によって承認され、実験開始時に全ての研究対象者から、説明による同意にもとづき書面

によるインフォームド・コンセントを得た。

実験手続き

研究対象者は、エディンバラ利き手調査、脳波計測を伴う半側視野呈示を用いた情動処理課題、質問紙への回答という手順で実験に参加した。実験に要した時間は一人あたり約2~3時間程度であった。情動処理課題遂行時の課題成績および脳活動と質問紙により測定される障害特性傾向（衝動性傾向および自閉性傾向）との関連を検討した。

半側視野呈示を用いた情動処理課題

研究対象者はコンピュータのモニタ中央の固視点(+)を注視し続け、音声による警告刺激後に固視点の左右どちらかに瞬間的に呈示された顔画像が、男性または女性であるのかの性別判断を左右の人差し指を用いたボタン押し反応により求められた（左視野呈示[left visual field: LVF]; 右視野呈示[right visual field: RVF]）。使用した顔画像の表情は「怒り」、「恐怖」、「幸福」、「中立」の4種類で、各8枚ずつ用意され、それぞれ男女半分ずつで構成された。1セッション96試行とし、合計6セッションを実施した。6セッションを3分間の休憩を挟んだ2ブロックに分け、前半と後半で反応する手を左右入れ替え、カウンターバランスをとった。

質問紙

定型発達内のパーソナリティ特性としての障害特性傾向を検討するために、衝動性傾向を測定するBIS-11尺度、自閉性傾向を測定するAQ尺度、実行注意の制御能力を測定するEffortful Control(EC)尺度の質問紙を実施した。特に、衝動性傾向を測定するBIS-11尺度、自閉性傾向を測定するAQ尺度に注目し、両傾向が課題成績と脳活動にどのように修飾を与えるかを性差から検討した。

分析

行動データ: 半側視野を用いた情動処理課題における正答率[%]と平均反応時間(reaction time: RT)を対象とした。正答率と平均反応時間について、視野(2水準: 左視野LVF、右視野RVF) × 顔表情(4水準: 怒り、恐怖、幸福、中立)の2要因分散分析を行った。

ERPデータ: 多チャンネル高密度脳波計を用いて、両耳朶連結を基準とし、頭皮上の64部位からERPを測定した。眼球運動アーチファクト除去のため、両眼の横と左眼瞼上下に電極をつけて眼電位を記録した。刺激呈示から-200msをベースラインとし、刺激呈示後800msまでを解析の対象とした。後頭-側頭領域[occipitotemporal: OT]（左半球LtOT: CP5、TP7、P5、P7電極の平均; 右半球RtOT: CP6、TP8、P6、P8電極の平均）から測定された顔処理に関連するERP成分(N170)のピーク潜時を4つの顔表情(怒り、恐怖、幸福、中立)、視野呈示ごとに算出した。さらに、半球間の情報伝達速度の指標として、N170潜時の差分を利用した平均推定転送時間(Mean Estimates Transfer Time: METT)を算出した(LVF METT = LtOT - RtOT、RVF METT = RtOT - LtOT)。N170潜時は、視野(2水準: 左視野LVF、右視野RVF) × 大脳半球(2水準: 左半球LtOT、右半球RtOT) × 顔表情(4水準: 怒り、恐怖、幸福、中立)の3要因分散分析を行った。平均推定転送時間は、視野(2水準: 左視野LVF、右視野RVF) × 顔表情(4水準: 怒り、恐怖、幸福、中立)の2要因分散分析を行った。

質問紙データ: BIS-11、EC、AQで測定された各パーソナリティ得点を算出し、行動データ(正答率およびRT)およびERPデータ(N170潜時およびMETT)との相関を求めた。

(2) 抑制機能

研究対象者

8歳から12歳までの日本人小学生60人(2年生、4年生、6年生の3群、男女同数程度)を対象とした。本研究は、山形大学地域教育文化学部倫理委員会によって承認され、実験開始時に全ての研究対象者およびその保護者から、説明による同意にもとづき書面によるインフォームド・コンセントを得た。

実験手続き

研究対象者は、エディンバラ利き手調査に続いて、サイズ比較課題と数値比較課題から構成される数ストループ課題に参加した。実験に要した時間は一人あたり約1時間程度であった。これまでに取得済みの行動データに対して、性差と年齢(学年)の要因に着目して再解析を行った。

数ストループ課題

数ストループ課題は、サイズ比較課題と数値比較課題から構成される。サイズ比較課題では、呈示された二つの数字のサイズが大きい側の反応ボタンを押すことが求められた。一致条件(サイズと数値が一致)、不一致条件(サイズと数値が不一致)が用意され、不一致条件における数ストループ効果は自動的数処理能力の指標と定義された。一方、数値比較課題では、呈示された二つの数字の数値が大きい側の反応ボタンを押すことが求められた。一致条件(数値とサイズが一致)、不一致条件(数値とサイズが不一致)が用意され、両条件における数的距離効果は意図的数処理能力の指標、不一致条件におけるサイズ干渉効果は実行機能の指標と定義された。比較

課題毎に誤答率、反応時間を算出し、三つの学年群間で、数ストループ効果(自動的数処理能力)、数的距離効果(意図的数処理能力)、サイズ干渉効果(実行機能[特に抑制機能])の違いを検討した。

分析

サイズ比較課題および数値比較課題における誤答率[%]と平均反応時間(RT)を対象とした。各課題の誤答率と平均反応時間について、学年(3水準:2年生、4年生、6年生)×干渉条件(2水準:一致条件、不一致条件)×数的距離(2水準:小、大)×物理的サイズ(2水準:小、大)の4要因分散分析および性差(2水準:男性、女性)要因を追加した5要因分散分析を行った。

4. 研究成果

(1) 情動処理機能

本研究では、顔表情認知における右半球優位の大脳半球機能差が、自閉性傾向に修飾を受けるかどうかをN170の潜時により検討した。得られたデータの全ての解析が終了するまでにはしばらく時間を要するため、途中経過での報告に限定するものであるが、現時点での解析において、[1]感情価を伴った顔表情刺激は、左視野呈示(右大脳半球優位)の方がN170の潜時が速い、[2]右半球優位が自閉性傾向に影響されるという2つの仮説を検証した。全ての顔表情条件において、左右の視野呈示に対応した対側の側頭-後頭領域にN170が確認された(図1)。また、感情価を伴った顔表情刺激に対する右視野呈示よりも、左視野呈示においてN170潜時が速い傾向が見られたことから、顔表情処理の脳内メカニズムの差異がN170潜時に反映されることが推察され、感情価を伴った顔表情刺激に対する右半球優位の傾向が示唆された。

次に、障害特性傾向(衝動性傾向および自閉性傾向)に着目し、情動価を伴った刺激が右半球優位の処理過程にどのように反映されるのかを検討した。これまでに実施した解析からは、N170潜時における障害特性傾向(衝動性傾向および自閉性傾向)の影響はほとんど確認されなかった。そこで、この時点のサンプルサイズでは、分散が小さくデータの量的変動を捉えきれないと判断し、当面は性差のみを対象を絞った解析に限定する方針に転換した。情動価を伴った刺激の右半球優位の処理過程に対する性差の影響のみを明らかにしていくことに目的を再設定した。しかし、それでもサンプル数の少なさのためか、未だに性差が情動処理の右半球優位性をどのように修飾するかを明らかにするまでには至っていない。

研究期間全体を通じて、実行機能の個人差を性差から捉え、定型発達と非定型発達を隔てうる分水嶺を探るために、特に実行機能の情動面に着目したERP研究を中心に展開してきた。現在も解析は継続中であるが、最終的な解析終了までにはしばらく時間を要することが予想される。これまでの結果から、実行機能における障害特性傾向の脳機能からの詳細な解明には、単純な性差による影響だけではなく、攻撃性やリスク志向の高さなどの認知行動特性に影響を及ぼすと考えられる胎児期のテストステロン曝露量(人差し指と薬指の長さの比率[2D:4D比率])なども考慮する必要性が指摘される。本研究課題の成果は、この性差と2D:4D比率の交互作用を始めとした様々な関連要因の追加を検討した上で、新たに進行中の研究課題に引き継いでいく予定である。

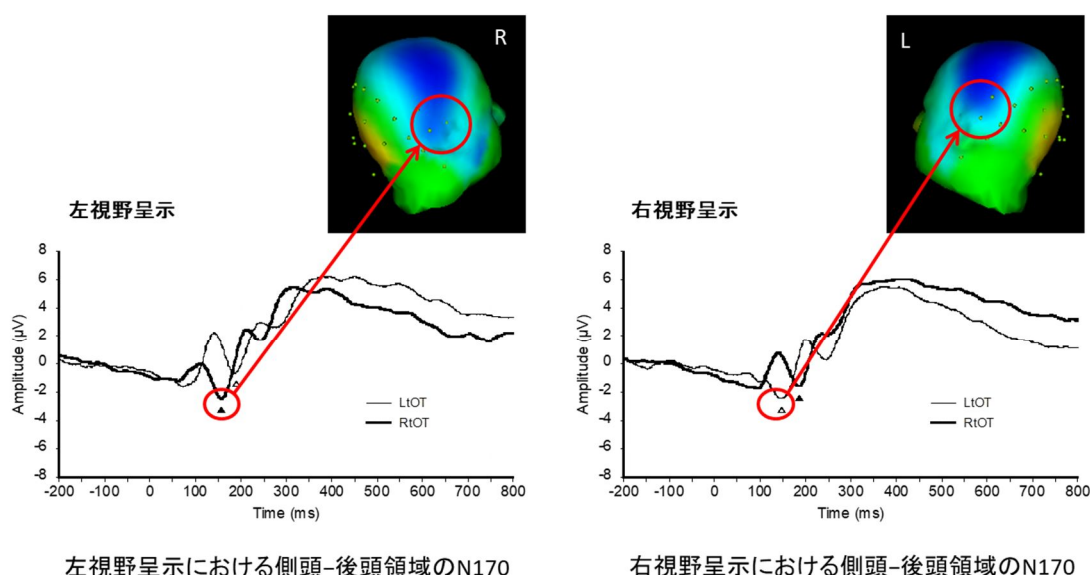


図1. 左視野および右視野呈示における側頭-後頭領域の脳活動

(2) 抑制機能

小学生の抑制機能を対象とした研究では、発達上の抑制機能の性差は認められなかったものの、小学生における数処理能力と抑制機能の発達差の乖離を明らかにすることができた。数処理能力は小学校入学前後ごろには既に成熟していると考えられるが、抑制機能は小学校低学年から高学年にかけて成熟が続くことが確認された。

サイズ比較課題における数ストループ効果(自動的数処理能力の指標:不一致条件で反応時間が長くなる)、数値比較課題における数的距離効果(意図的数処理能力の指標:数的距離が離れているほど反応時間が短くなる)は、学年群間に差は無く、どの学年群でも明らかに認められた。これに対して、数値比較課題におけるサイズ干渉効果(抑制機能の指標:不一致条件で反応時間が長くなる)は、4年生および6年生に比べて2年生がもっとも顕著であった(図2)。これらの結果は、まず数処理能力は発達期の早い段階で成熟を遂げ、小学校入学前後ぐらいまでに安定するものの、抑制機能はその後も成熟を続けることを示唆しており、数処理能力と抑制機能は異なる発達のルートを辿り成熟していくことが確認された。性差の影響が確認されなかった原因としては、ここでもサンプルサイズが小さかった可能性が考えられる。性差を明らかにするために十分な検定力の検討が事前に必要であった点が反省点といえる。

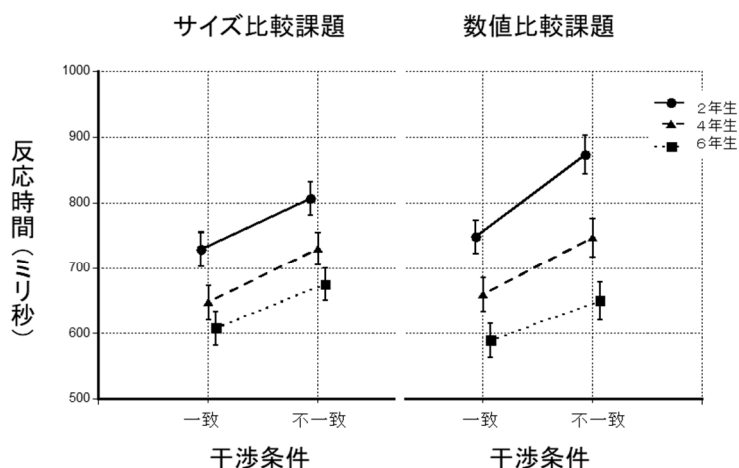


図2. 各比較課題の干渉条件における学年群毎の反応時間

(3) 成果と今後の課題

認知的実行機能を抑制機能から検討した研究は、数処理能力と抑制機能の発達差に関する良好な結果が得られたことから、その成果を学術論文としてまとめ上げ、査読付き国際学術誌に掲載することができた。一方、情動的実行機能を情動処理機能の視点から検討した研究は、現在もまだ解析途中であるため、国際学術誌における成果発表には至っていない。しかし、これまでの成果を現在進行中の研究課題に引き継ぎ、新たな要因を加えた解析の可能性も含めて検討し、インパクトの大きい成果発表を積極的に狙っていく予定である。また、本研究課題を実施するに当たり、障害特性傾向と性差の関係を扱った先行研究を精査する必要があった。衝動性傾向に関しては、ADHDにおける性差の先行研究を、自閉性傾向に関しては、ASDにおける性差の先行研究を広く概観し、それぞれをレビュー論文としてまとめ上げ発表した。

本研究では、単一の障害名でその特徴を記述するよりも実行機能の詳細なプロフィールから特性的に発達障害の認知神経メカニズムの描出を試みることによって、次世代の発達障害アセスメントの確立につなげていく基礎的研究を目指した。本研究期間終了後も、研究を継続し、反省点を生かして地道に成果を積み上げることによって、定型-非定型発達内における障害特性傾向を質的・量的の両面から検討していく。本研究では主に定型発達者を対象に実験を実施したが、児童を含めた発達障害理解への寄与を視野に入れ、得られた知見を教育現場へフィードバックし、将来的には、実験研究による実証にもとづく(evidence-based)介入プログラムや教育支援の提案を目指していきたい。

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計6件（うち査読付論文 3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 大村一史	4. 巻 17(3)
2. 論文標題 ASDの認知機能における性差	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 山形大学紀要（教育科学）	6. 最初と最後の頁 1-13
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.15022/00004809	査読の有無 有
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 Omura K, Matsuta M	4. 巻 125
2. 論文標題 Numerical processing and executive functioning in early versus middle childhood: A Japanese sample	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Perceptual and Motor Skills	6. 最初と最後の頁 1029-1054
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.1177/0031512518803040	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -
1. 著者名 増川くるみ, 大村一史, 三浦光哉	4. 巻 6
2. 論文標題 発達障害のある中学生に対する実行機能の向上をねらいとした指導	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 山形大学特別支援教育臨床科学研究所紀要	6. 最初と最後の頁 63-66
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 オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -
1. 著者名 大村一史	4. 巻 17(1)
2. 論文標題 ADHDの認知機能における性差	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 山形大学紀要(教育科学)	6. 最初と最後の頁 27-43
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.15022/00004242	査読の有無 有
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 岡崎悟, 大村一史	4. 巻 5
2. 論文標題 実行機能の効果的なアセスメントを目指す実験課題の作成	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 山形大学特別支援教育臨床科学研究所紀要	6. 最初と最後の頁 13-18
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 オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 松田真也, 大村一史	4. 巻 4
2. 論文標題 視線計測を用いた感情語-顔マッチング課題によるオノマトペが感情理解に及ぼす促進効果の検討	5. 発行年 2017年
3. 雑誌名 山形大学特別支援教育臨床科学研究所紀要	6. 最初と最後の頁 1-6
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 オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

〔学会発表〕 計3件 (うち招待講演 0件 / うち国際学会 0件)

1. 発表者名 大村一史
2. 発表標題 自主シンポジウム「特別支援教育のアクティブ・ラーニング(1) - 「主体的・対話的で深い学び」の実現に向けた授業改善 -」: 脳科学からみたアクティブ・ラーニング
3. 学会等名 日本特殊教育学会第56回大会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 松田真也, 大村一史
2. 発表標題 視線計測を用いた認知課題によるオノマトペが感情理解に与える影響の検討
3. 学会等名 日本LD学会 第25回大会
4. 発表年 2016年

1. 発表者名 大村一史
2. 発表標題 大会準備委員会企画シンポジウム(1) 情動コントロールの基礎と応用：情動コントロールの神経基盤
3. 学会等名 日本カウンセリング学会 第49回大会
4. 発表年 2016年

〔図書〕 計0件

〔産業財産権〕

〔その他〕

-

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
--	---------------------------	-----------------------	----