

## 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24年 5月18日現在

機関番号：13401

研究種目：基盤研究（B）

研究期間：2009～2011

課題番号：21330151

研究課題名（和文） 発達障害児の認知・脳機能の解明と教育・医療連携支援システムの開発

研究課題名（英文） Investigation of the cognitive and brain function in the developmental disorders, and development of their supporting system by cooperation of education and medical treatment

研究代表者

三橋 美典（MITSUHASHI YOSHINORI）

福井大学・教育地域科学部・教授

研究者番号：20157556

研究成果の概要（和文）：

発達障害児の認知能力を、脳科学の実験検査から検討した結果、自閉症スペクトラム障害児の表情や比喩の理解等について特徴的な傾向が明らかになり、新しい判別・診断の方法や観点が提供された。さらに、認知・脳機能を向上させる教育プログラムや支援ツールを開発するとともに、当事者・保護者と専門家が情報交換できるネットワークとデータベースシステム組織し、教育・医療・福祉の連携による相談・診断・支援体制を確立した。

研究成果の概要（英文）：

We examined the cognitive function of the developmental disorders from the experimental studies using neurological methodology. As a result of comparing with normal controls, children with autistic spectrum disorders showed a specific characteristic concerning cognition of expression and metaphor. We suggested the new viewpoint about assessment and diagnosis. Furthermore, while developing the educational program and support tool which aimed at improvement in a cognitive/brain function, we organized the network and database system for which a guardian and a specialist can exchange information. And we established inclusive consultation/diagnosis/support system by which education, medical treatment and welfare field cooperated.

交付決定額

（金額単位：円）

	直接経費	間接経費	合計
2009年度	4,300,000	1,290,000	5,590,000
2010年度	2,900,000	870,000	3,770,000
2011年度	2,000,000	600,000	2,600,000
年度			
総計	9,200,000	2,760,000	11,960,000

研究分野：社会科学

科研費の分科・細目：心理学、教育心理学

キーワード：発達障害、認知機能、脳機能、教育・医療連携支援

## 1. 研究開始当初の背景

自閉症スペクトラム障害(ASD)を含む広汎性発達障害(PDD)、注意欠陥多動性障害(ADHD)、学習障害(LD)、発達性協調運動障害(DCD)等の発達障害は、認知機能に何らかの偏りや障害を示し、その原因として、

高次脳機能の障害が推定されている。しかし、その詳細は未解明であり、現行の判別・診断基準や治療・教育に活かされていない。教育と医療の連携を促進するためにも、この観点からの研究と支援が必要と考えた。

## 2. 研究の目的

発達障害児の認知機能の特徴を脳科学の手法を用いて検討し、新たな判別・診断の観点を提案するとともに、その知見に基づき、各児の特性に応じた治療・教育方法の開発と教育・心理・医療・福祉が連携した総合的な相談・支援体制の構築を目指す。

## 3. 研究の方法

### (1) 発達障害の本質的な特徴の究明

①本研究機関に相談来所した成人を含む発達障害児またはその疑いのある者を対象に、生育歴聴取、行動観察や WISC-III等の心理検査による診断バッテリーを施行し、多角的観点から対象児の状態像を検討した。

②認知機能を測定する新たな課題検査を作成し、脳電位（脳波、事象関連電位）や脳機能イメージング（NIRS（光トポグラフィ）、fMRI）の同時測定も含めた実験検査を、発達障害児及び年齢をマッチさせた定型発達児に実施して比較検討した。

③各児の特徴から発達障害を再分類するとともに、国際的評価尺度の標準化も含めた実態調査を学校等で実施し、新たな類型分類や診断方法を検討した。

### (2) 特性に応じた支援方法開発と総合的な支援体制の構築

①上記の認知・脳機能の特徴に応じた個別の支援計画を作成し、学校や家庭で実践するとともに、認知機能や社会的行動の向上を目指した学習・教育プログラムを開発して試行的に実践し、有効性を検討した。

②保護者・学校・専門機関の連携と情報共有を促進するため、ICT 活用による相互連絡システムを開発するとともに、診断バッテリー、認知・脳機能検査、実態調査、医療・教育支援の経過等の情報を統合したデータベースシステムを開発した。

③保護者や一般市民対象の講演会・シンポジウム・フォーラムや専門家・支援者による連絡協議会を開催し、発達障害への啓発や支援者間の相互交流に努めるとともに、上記の支援・実践活動を通じて、教育・心理と医療・福祉分野が連携した総合的な支援体制の構築を目指した。

## 4. 研究成果

3年間の研究期間の中で、脳科学の検査を含む多角的な検査バッテリーを実施して検討した結果、約130例が発達障害児と診断され、個別の支援計画の策定を行った。ここでは、最も例数の多かった高機能広汎性発達障害（HFPDD：知的遅れのない自閉症スペクトラム障害）を中心に、発達障害児の認知・脳機能の特徴に関する主な実験研究と、具体的な支援事例や支援活動の成果を報告する。

### (1) PDD 児における言語処理過程の特徴

高機能自閉症やアスペルガー障害等のHFPDD児は、日常の言語的コミュニケーションに大きな問題はないが、相手の言葉を字句通りに受けとめ、隠れた真意を読み取れなかったり、場の状況から空気を読むのが苦手と言われる。一方で、数字や文字等の視覚記憶が良好という側面も有する。この点について、言語学的な処理過程を想定した実験的課題場面から検討した。

①対象児：知的遅れのない（IQ80以上）、7歳～19歳のPDD児25名（男性19名、女性6名）及び同年齢の定型発達児28名（男性8名、女性20名）。

②方法：対象児が行う課題は、単語、文章や絵（1コマ漫画）を記憶したり、意味内容を判断するもので、次の3つがある。単語記憶（無意味単語を記憶し、直後に再生する音韻論課題）、文法理解（短い文章中にある文法的な誤りを見つける統語論課題）、文章理解（文章または特定の場面を描いた絵を記憶し、その後提示される選択肢の中から文意や場面と合致するものを選択する意味論課題）。それぞれ、視覚条件（パソコンのモニター画面上に提示）、聴覚条件（スピーカーから提示）があり、対象児個別で実施した。

③結果：各課題・条件における両群の平均正答率を図1に示す。PDD群の正答率を定型群と比較すると、単語記憶課題では差がないが、文法理解と文章理解課題では低かった。また、視覚提示と聴覚提示には差がないが、要約課題では、文章を記憶して絵を選択する（文→絵符号化）方が、絵から文章を選択する（絵→文符号化）より成績が低かった。

④考察と成果：これの結果から、PDD児は、言語の音韻論に関わる知覚・記憶機能に問題はないが、統語・意味論に関わる高次の言語処理過程に問題のあることが明かとなった。また、絵や画像等の非言語的情報の処理よりも、言語的なワーキングメモリ機能が全体に弱いことが示唆される。

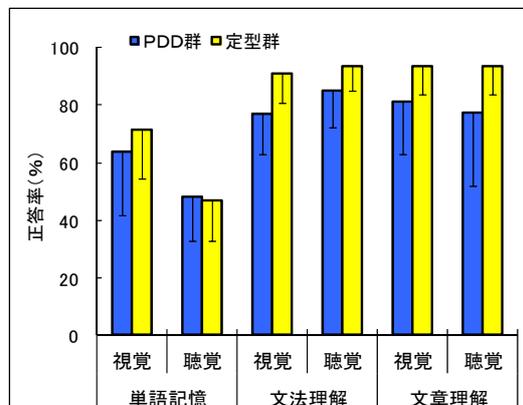


図1. 言語処理課題の正答率

(2) 比喩・皮肉理解の発達と脳内過程

最も高次の社会的な言語処理過程が語用論であり、その典型例として比喩や皮肉表現の理解がある。PDD 児はこの発達に遅れがあるとされるが、標準化された検査法がないため、新たに比喩・皮肉理解力テストを開発するとともに、脳電位を指標とした脳内の処理過程を実験的に検討した。

①対象児：発達障害群は、小学5年生から高校生までの54名(男性48名、女性6名；HFPDDが20名、ADHDが11名、両者の合併が15名、LDその他の発達障害が8名)、定型発達群は、同年齢範囲の児童・生徒494名(男性243名、女性251名)であった。

②比喩・皮肉テスト：問題文(特定の場面を表した文章または2コマ漫画)の意味に合致したものを5つの選択文から選ぶワークシート形式の検査を作成し、個別または数名の集団で実施した。対象児の解答を得点化し、両群で比較した結果、定型群が学年進行に伴い成績が向上し、中学2~3年生で横ばいとなるのに対し、発達障害群では発達の変化が見られず、中学生段階では定型群より全体的に低値であり、とくに皮肉条件で大きな差が見られた。(図2)。HFPDD、ADHD、LD等の下位群間には、一貫した差はなかった。

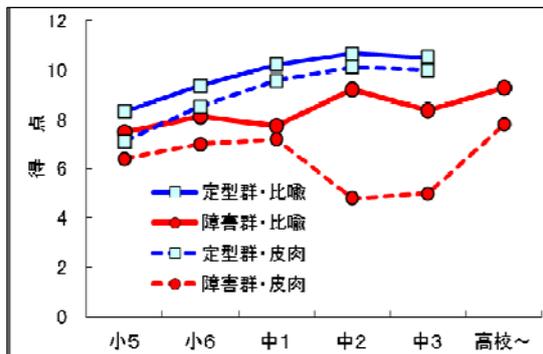


図2. 比喩・皮肉理解力の発達

③脳電位を用いた実験課題：対象児の中から発達障害児15名、定型発達児15名を抽出し、脳波(事象関連電位：ERP)を同時計測する実験を行った。課題は「男はオオカミである」のように、モニター画面上に連続して提示される2つの文節が意味のある文になるか否か判断するもので、陳述文、比喩文、無意味文の3種類を設定した。

判断の正答率及び第2文節に対するERPの成分を分析した結果、発達障害群の正答率は定型群より全体に低かった。また、意味判断と対応したP500成分が不明瞭であり、意味の不一致を反映するN400成分は逆に大きい傾向があった(図3)。

④考察と成果：よって、発達障害児は、比喩や皮肉、とくに皮肉の理解力が発達せず、定型発達児のように日常経験から学ぶこと

が乏しいと推察されるため、隠れた意図を理解する力を育成する必要性が示唆される。また、ERPの成分は相関分析の結果、WISC-IIIの評価点等との関連性が示され、脳内処理過程から発達障害児を類型化できる可能性が示唆された。

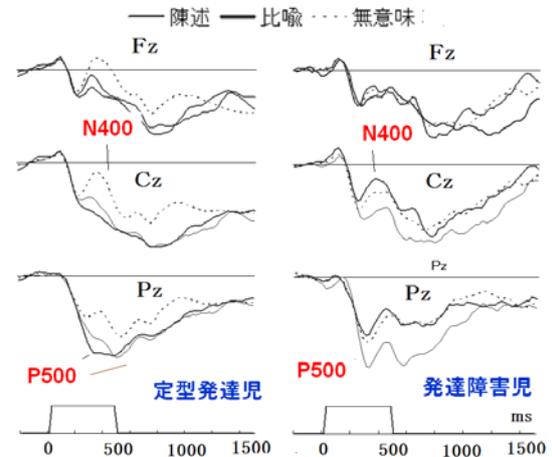


図3. 各文の事象関連電位波形

(3) 他者感情・意図の認知過程

発達障害児の多くが抱える課題として、他者との係わりを中心とした社会性の問題がある。社会性発達の基礎となるのが、他者の表情・身振り等から感情や意図を推測する力であり、PDD児ではこの障害が顕著である。しかし、どの段階・過程に問題があるかは明確ではないため、ビデオ映像と脳電位を用いた実験課題から検討した。

①対象児：発達障害群は7歳~18歳の18名(男性14名、女性4名；HFPDDが11名、ADHDが5名で、8割がLDを含む複数の症状を合併)、定型発達群は年齢をマッチさせた22名(男性9名、女性13名)。

②ビデオ映像を用いた実験課題：成人女性1人が感情を込めて「おはよう」等の挨拶や呼びかけを行う映像を用いて、女性の感情状態を対象児に推測させた。提示する情報として、映像(表情)のみ・音声のみ・映像と音声の両方の3条件下で比較した結果、音声のみと映像+音声では差がなかったが、表情のみの場合には、発達障害群の正答率は定型群より低かった(図4)。

③脳電位を用いた実験課題：モニターに提示される顔画像の表情が快か不快か判断して反応キーを押す課題を与え、脳波を計測した。表情は、快(喜び、笑い)・不快(怒り、悲しみ)・無表情の3種類で、それぞれ写真とイラスト画がある。その結果、どの課題条件でも、発達障害群の正答率は定型群より低く、とくに無表情への誤答が多かった。また、ERPについては、初期成分後期成分ともに、全体的に不明瞭で低振幅であった。

④考察と成果：これらの結果から、PDDを

中心とした発達障害児は、表情から感情を読み取る力が未熟で、脳内の初期段階からの処理過程に問題のあることが明かとなった。しかし、表情に音声等の付加情報があれば弁別可能な場合があり、様々な手掛かり情報を与えることで、表情理解力が向上する可能性が示唆される。

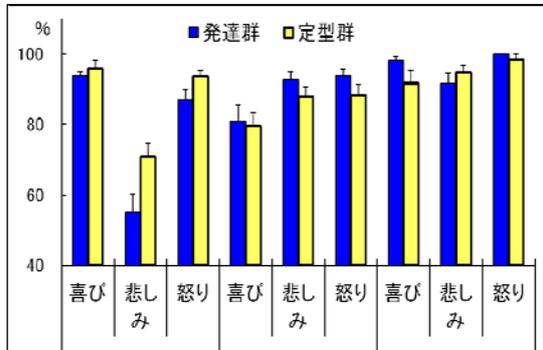


図4. 感情弁別課題の平均正答率

#### (4) 不器用さに関する検査・評価法の開発

発達障害児には、運動全般が苦手、手先が不器用、歩き方がおかしい、喋り方がぎこちない等、微細な協調運動動作の発達に遅れや偏りを示す子が多い。これら「不器用さ」は、DSM-IVの発達性協調運動障害 (DCD: Developmental Coordination Disorder) に相当するとされるが、診断基準が曖昧であり、日本では、客観的な評価指標がない。

そこで、国際的に広く用いられている保護者用の尺度 (Developmental Coordination Disorder Questionnaire: DCDQ) 及び保育士・教師用が評定する尺度 (Motor Observation Questionnaire for Teachers: MOQ-T) の日本語版を、カナダ・カルガリ大学及びオランダ・グローニンゲン大学との国際共同研究で作成した。さらに、これらの尺度を用いて、県内の小・中学校及び園に通学する保護者に対して調査を実施し、因子分析等の統計的解析を行った。

その結果、DCDQについては、原板と同様な因子抽出と高い信頼性が確認されるとともに、学年の上昇に伴って得点が上昇し、協調運動の発達過程の指標となることが示唆された。MOQ-Tについても、粗大運動・微細運動の2因子と高い信頼性・妥当性が得られ、原板と同様な結果が確認できた。

現在、イスラエル・Hadassah-Hebrew 大学との国際共同研究により、幼児用 DCDQ の日本語版を作成しており、さらに、我が国における発達性協調運動障害の国際的・標準的な診断方法を検討中である。

#### (5) 思考・推理の脳内過程とその支援法開発

教科等の学習では、知識の習得に加え、それを活用する際の思考・推理力が重要となる。

この基礎となる認知機能が前頭葉機能と関連したワーキングメモリや実行機能であり、発達障害における注意散漫、読み書きや社会的認知等の症状に関与するとの指摘がある。そこで、問題解決時の思考パターンや高次の言語・情動認知に関わる脳内過程を、脳波や血流量の分布から検討するとともに、それに基づく学習プログラムを試作した。

①思考パタンのタイプ：教科の得意・不得意を表す用語の一つに、理系型・文系型があるが、これは問題解決に関わる思考パタンの個性とも言える。そこで、計算等の理系と読解等の文系、それぞれ知識と推理の問題を作成し、解答時のERP分布を検討した。ワーキングメモリの指標であるリーディングスパンテストから定型発達者を理系・文系に分類して比較した結果、理系群では、推理経過を反映する N350 は左脳優位、問題解決に対応した P600 は右脳優位 (図5) なのに対し、文系群では差向成分とも左脳優位であった。

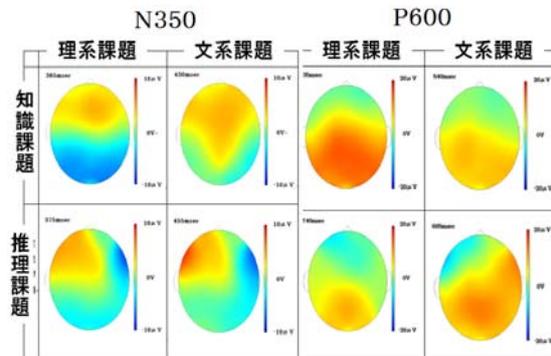


図5. 問題解答時のERP成分マッピング

②ユーモア理解に関わる脳内過程：冗談や相手の仕草に「おかしさ」を感じるユーモアの理解は、対人的コミュニケーションや社会的行動の基礎となる。そこで、4コマ漫画を用いて、「オチ」を認識した時の脳内過程を、ERPとNIRS (近赤外分光法) を同時に測定して検討した。その結果、ERPのN500成分や側頭・頭頂接合部の酸化ヘモグロビン変化量に特徴的な傾向が認められた。

③思考・推理に関わる学習プログラムの開発：これらの知見に基づき、文章読解リテラシー、計算・推理等の科学的リテラシー、社会的認知や向社会的行動等の育成に関わる学習教材や指導プログラムを作成し、本研究メンバーの所属機関が主催する、発達障害児のための学習教室で試行的に実施した。

#### (6) 社会性を育てる指導・支援法の開発

対人的コミュニケーションや社会的自立を育てるため、以下の学習プログラムを作成し、これに基づくソーシャルスキルトレーニング (SST) を小集団で実施した。各プログラムは、訓練前期 (個人の特性・能力把握の

ための検査)・訓練期(学習プログラムを用いた指導)・維持期(訓練前期と同様な検査)の3つのパートで構成され、約半年間・十数セッション行った。

①他者感情の理解：自学習も配慮して、パソコンを用いた支援ツールを開発した。訓練前期と維持期では、研究(3)と同様な課題検査をクイズ形式で実施し、訓練期では、訓練前期に誤答した問題を取り上げ、感情の種類に特異的な顔の部分や読み取りに有効な手掛かり(図6)を提示しながら指導した。その結果、検査得点は訓練期・維持期で向上し、有効性が示唆された。



図6. 心情理解訓練の画面例

②思いやりと援助行動：訓練前期と維持期では、他の参加者が何らかの面で困っている場面(重い荷物が運べない等)を設定し、暗黙の援助要請を読み取れるか、適切な援助行動(一緒に荷物を持つ等)を行えるかを評価した。訓練期では、訓練前期と同様な場面をクイズ形式で質問し、援助行動のヒントを提示するとともに、ロールプレイを用いて、援助を必要とする人物を演じさせて気持ちを考えさせたり、人からされると嬉しいこと等を考えさせた。その結果、訓練期・維持期とも援助要請の理解や援助行動が向上するとともに、日常生活でも同様な行動の増加が認められた。

③就労準備とキャリア教育：職場場面を想定したワークシートを作成し、発達障害を積極的に受け入れている私立高校の3年生を対象に、学級内の討論やロールプレイを通じてSSTを実施した。重点目標としたスキルは、他者感情の理解(トラブル場面の例示→原因や相手の心情を推測→適切な対処行動を議論→全体の振り返り)と感情コントロール(日常生活で改善したい行動目標をたてる→学校や家庭で実行して評価→達成の可否とその振り返り)で、指導の結果、SSTを実施しなかった生徒と比較すると、対人的マナーやセルフコントロール力に向上が認められ、本プログラムの有効性が示唆された。

(7) ICT活用による家庭-学校の連携支援及び総合的なデータベースシステム構築

発達障害に関する研究や支援には、教育・医療・福祉の連携が不可欠であり、学校・職

場や専門機関だけでなく、家庭とも連携する必要がある。また、発達経過の中で状態像が変化するため、日々の状態像を支援の効果も含めて詳細にとらえ、これらの情報を相互に共有することが重要である。この観点にたつて、ICTを用いたシステムを開発した。

①家庭-学校連携システム：学校や家庭での子どもの様子について、担任教員と保護者が携帯電話のメール機能を利用して相互に連絡するツールを開発し、試行的に実施した。紙媒体に比べて即時性や機密性が高い上に、日々の行動が自動的に記録・保存されるため、教育支援の評価や成長の様子を確認できる利点があり、利用者からは高評価を得た。

②総合的なデータベースシステム構築：このツールで得られたデータをもとに、専門機関での検査等データや本研究の実験課題データ等も取り込んだデータベースシステムを開発した(図7)。これにより、保護者・学校教員・専門家等が発達障害児の情報を共有し、相互連携と適切な支援選択が可能となる。個人情報の問題もあつて完成には至っていないが、今後、継続して検討する予定である。

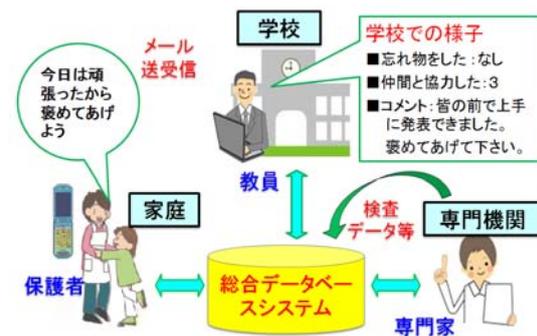


図7. 家庭・学校・専門機関連携システム

(8) 総合的な連携支援体制とまとめ

県内の発達障害関連の専門機関やNPO・親の会とも連携した講演会・シンポジウム等を年間数回開催して多数の参加者があり、啓発という面で成果があつた。また、本研究メンバーを含む専門家・支援者による連絡協議会を定期的に開催することで相互交流を組織化し、教育・心理と医療・福祉分野が連携した総合的なネットワーク体制を確立した。

以上の成果から、本研究課題の目的はおおむね達成できたが、新たな判別・診断法や汎用的な支援法・支援体制を確立するには、今後のさらなる研究が必要である。

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 20 件)

1) Takezawa, T., Mitsuhashi, Y., Hiratani, M. et al. (計 6 名、第 2・第 4・第 5 著者) Computer-based training program to facilitate learning of the relationship between facial-based and situation-based emotions and prosocial behaviors. IEMS Journal, 11, 2012 (in press) (査読有)

2) 小越康宏, 中井昭夫, 三橋美典ら (計 5 名、第 2・第 4 著者) ICF-CY を用いた学校と保護者と専門家をつなぐ気がかりな児童のための協働型支援システム 電気学会論文誌 (電子・情報・システム部門誌), 132, 325-331. 2011 (査読有)

3) Nakai A., Miyachi T, Okada R. et al. (計 7 名、第 1 著者) Evaluation of the Japanese version of the Developmental Coordination Disorder Questionnaire as a screening tool for clumsiness of Japanese children. Research in Developmental Disabilities 32:1615-1622. 2011 (査読有)

4) 三橋美典, 中井昭夫, 川谷正男, 平谷美智夫ら (計 7 名、第 1・第 2・第 3・第 7 著者) 発達障害児の表情認知に関する神経心理学的検討 福井大学教育地域学部紀要: 第IV部教育科学, 65, 1-15. 2010 (査読無)

5) 川谷正男, 中井昭夫, 平谷美智夫 注意欠陥/多動性障害 (AD/HD) から広汎性発達障害 (PDD) に診断変更された症例の臨床的検討 脳と発達 41, 11-16. 2009 (査読有)

〔学会発表〕 (計 26 件)

1) Takezawa, T., Mitsuhashi, Y., Hiratani, M. et al. (計 5 名、第 3・第 5 著者) Computer Based Training Program to Learn the Relation between Facial-based or Situation-based Emotions and Prosocial Behaviors. 12th Asia Pacific Industrial Engineering & Management System (APIEMS), 2011, Oct.26, Beijing

2) Nakai, A., Kawatani, M., Mitsuhashi, Y. et al (計 5 名、第 1・第 2・第 3 著者) Psychometric Properties of the Japanese version of the Developmental Coordination Disorder Questionnaire 2007 (DCDQ'07). The 9th International Conference on Developmental Coordination Disorder (DCD IX), 2011, June, 24 Lausanne, Switzerland

〔その他〕  
ホームページ等  
「福井大学こども研究センター」  
<http://www.med.u-fukui.ac.jp/home/crc/>

## 6. 研究組織

### (1) 研究代表者

三橋 美典 (MITSUHASHI YOSHINORI)  
福井大学・教育地域科学部・教授  
研究者番号: 2 0 1 5 7 5 5 6

### (2) 研究分担者

熊谷 高幸 (KUMAGAI TAKAYUKI)  
福井大学・教育地域科学部・教授  
研究者番号: 1 0 1 1 5 2 9 8

松木 健一 (MATSUKI KENICHI)  
福井大学・教育地域科学部・教授  
研究者番号: 1 0 1 5 7 2 8 2

中井 昭夫 (NAKAI AKIO)  
福井大学・医学部・助教  
研究者番号: 5 0 2 4 0 7 8 4

川谷 正男 (KAWATANI MASAO)  
福井大学・医学部附属病院・助教  
研究者番号: 1 0 3 6 2 0 4 7

### (3) 連携研究者

平谷 美智夫 (HIRATANI MICHIO)  
平谷こども発達クリニック・院長  
研究者番号: なし