

社会技術研究開発事業
平成13年度～15年度採択課題
追跡評価報告書
「脳科学と社会」研究開発領域
研究開発プログラム「脳科学と教育（タイプI）」

平成23年3月
独立行政法人科学技術振興機構
社会技術研究開発センター

目次

1. 評価の概要	1
1.1 追跡評価の背景と目的	1
1.2 評価対象	1
1.3 評価委員会の設置	2
1.4 評価の方法	3
2. 「脳科学と社会」研究開発領域 脳科学と教育（タイプ I）課題の評価結果.....	5
2.1 前頭前野機能発達・改善システムの研究開発.....	5
2.2 神経回路の発達から見た育児と教育の臨界齢の研究.....	9
2.3 人間のコミュニケーション機能発達過程の研究.....	12
2.4 知的学習の成立と評価に関する脳イメージング研究.....	15
2.5 学習機構の生後発達の分子基盤の解明とその応用.....	18
2.6 学習・記憶・認知・意欲機能の基盤と不登校.....	21
2.7 学習困難の脳内機序の解明と教育支援プログラムの開発・評価.....	24
2.8 発達障害の遺伝的要因と環境要因の相互作用に関する研究.....	27
3. 追跡評価を踏まえた総合的見解・まとめ	30
3.1 「脳科学と社会」研究開発領域 脳科学と教育（タイプ I）の課題全体に対する 見解	30

参考資料

参考：検討経緯

1. 評価の概要

1.1 追跡評価の背景と目的

社会技術研究開発センターでは、科学技術振興機構の「社会技術研究開発事業に係る課題評価の方法等に関する達」(平成22年6月23日 平成22年達第105号)に基づき、社会技術研究開発事業の研究開発課題に対して事前・中間・事後に実施する評価に加え、「研究開発終了後一定期間を経過した後、副次的効果を含めて研究開発成果の発展状況や活用状況等を明らかにし、事業及び事業の運営の改善等に資することを目的」として、追跡評価を実施することとした。

1.2 評価対象

ここでは、平成13年度に発足した「脳科学と社会」の研究開発領域のうち、平成13、14、15年度に開始された研究開発課題を対象に追跡評価を行うこととした。

追跡評価を行うにあたり、平成13、14、15年度に開始された研究開発課題の追跡調査を、各々終了後3年を経過した平成19、20、21年度に実施している。

評価対象となる研究開発課題は、以下の通りである。

表 1-1 「脳科学と社会」研究開発領域 脳科学と教育 (タイプ I) の評価対象研究開発課題

採択年度	研究開発課題	研究代表者 (所属・役職)
平成13年度	前頭前野機能発達・改善システムの研究開発	川島 隆太 (東北大学未来科学技術共同研究センター 教授)
平成13年度	神経回路の発達からみた育児と教育の臨界年齢の研究	瀬川 昌也 (瀬川小児神経学クリニック 院長)
平成13年度	人間のコミュニケーション機能発達過程の研究	定藤 規弘 (岡崎国立共同研究機構 教授)
平成14年度	知的学習の成立と評価に関する脳イメージング研究	仁木 和久 (独立行政法人産業技術総合研究所脳神経情報研究部門 主任研究員)
平成14年度	学習機能の生後発達の分子基盤の解明とその応用	真鍋 俊也 (東京大学医科学研究所 教授)
平成14年度	学習・記憶・認知・意欲機能の基盤と不登校	三池 輝久 (熊本大学医学部 教授)
平成15年度	学習困難の脳内機序の解明と教育支援プログラムの開発・評価	正高 信男 (京都大学霊長類研究所 教授)
平成15年度	発達障害の遺伝的要因と環境要因の相互作用に関する研究	桃井 真理子 (自治医科大学医学部 教授)

1.3 評価委員会の設置

追跡評価は、社会技術研究開発センターが、「脳科学と社会」研究開発領域の専門家により構成される追跡評価委員会を設置して実施した。

追跡評価委員会の構成員は下表に示す通りである。

表 1-2 「脳科学と社会」研究開発領域 脳科学と教育（タイプ I） 追跡評価委員

役職	氏名	現職
主査	津本 忠治	独立行政法人理化学研究所 脳科学総合研究センター 大脳皮質回路可塑性研究チーム シニアチームリーダー
委員	安彦 忠彦	早稲田大学 教育学部 カリキュラム学専攻 教授
委員	内田 伸子	お茶の水女子大学 大学院人間文化創成科学研究科 教授
委員	小嶋 祥三	慶應義塾大学文学部 元教授
委員	加藤 忠史	独立行政法人理化学研究所 脳科学総合研究センター 疾患メカニズムコア コア長 精神疾患動態研究チーム チームリーダー
委員	佐伯 胖	青山学院大学 社会情報学部 教授

1.4 評価の方法

1.4.1. 追跡調査

追跡調査を行うにあたり、追跡評価の基礎資料とすることを目的とし、平成13、14、15年度に開始された研究開発課題の追跡調査は、各々終了後3年が経過した平成19、20、21年度に実施された。研究開発課題ごとに研究開発終了時点から現在に至るまでの状況を中心に以下の手順により実施した。

- (1) 基礎データの把握と確認（研究実施終了報告書、研究課題別事後評価結果等）
- (2) 一般公開データの収集（論文、書籍、報道、シンポジウム、学協会大会など）
- (3) 研究代表者への聞き取り調査

評価対象課題について、研究開発終了以降の展開状況、社会・経済的に与えた効果・効用や波及効果等、各課題の研究代表者への聞き取り調査を実施。（一部、書面により調査したケースもある）。

- (4) 共同研究者への聞き取りもしくは書面調査

評価対象課題について、事業での研究に関連する内容のその後の発展状況、研究の社会・経済的な効果・効用・波及効果の現状について共同研究者へ事業の聞き取り調査ないしは書面調査を実施。

- (5) 社会への関与者への聞き取り調査

評価対象課題について、ステークホルダーである社会の関与者への聞き取り調査を実施。

- (6) 追跡調査結果のまとめ（報告書の作成）

1.4.2. 追跡評価

追跡調査は研究開発終了後3年を経過したものから順次実施されているため、評価時点では、過去のものほどその後の波及実績の累積が増加することが想定される。この調査時期の違いによる評価結果への影響を防ぎ、評価の公平性を担保するとの観点から、追跡評価は追跡調査時点における研究開発成果の発展状況や活用状況等を評価することとし、追跡調査結果に基づき評価を実施した。また、評価に際しては各評価委員の評価結果を集約し、委員会の合意を以て評価結果としている。

1.4.3. 追跡評価の項目

追跡評価にあたっては、「社会技術研究開発事業に係る課題評価の方法等に関する達」に基づき、以下のように評価項目を定めた。

- (1) 研究開発成果の発展・活用状況

研究期間終了後、研究開発等の活動が継続され、成果が発展しているか、研究開発成果が社会において活用されているか、について評価を行った。

なお、研究開発成果の直接的な社会への貢献の状況に加え、学術的な貢献、教育・人材育成への貢献、政策・施策への貢献、成果の外部への発信状況の視点も加味し、評価することとした。

(2) 科学技術的、社会的及び経済的な効果・効用、波及効果

研究開発成果が社会にもたらした具体的な効果・効用、あるいは第三者による成果の発展や活用を含む波及効果、について評価を行った。

2. 「脳科学と社会」研究開発領域 脳科学と教育（タイプ I）

課題の評価結果

2.1 前頭前野機能発達・改善システムの研究開発

研究代表者：川島 隆太（東北大学加齢医学研究所 教授）

研究開発実施期間：平成 13 年度～平成 16 年度

*所属については、追跡調査時のものを記載

2.1.1 研究開発課題の概要

(1) 目的

脳科学的根拠に裏付けられた、前頭前野機能の発達・維持・増進を可能とする学習システムの理論とアプリケーションを開発することを目的とし、教育心理学者と脳科学者、障害者教育実践者、高齢者ケア実践者からなるチームで、認知症を伴う高齢者を対象とした教育実践と教育心理学的理論構築、脳イメージングをくり返すことにより、教材及び教育方法を開発する。

(2) 研究体制（共同研究グループ／サブテーマ及びそのリーダー）

研究代表者：川島 隆太（東北大学加齢医学研究所 教授）

- 学習アプリケーション開発研究グループ：認知症を伴う高齢者および障がい者に対する介入方法の開発
：田島信元（東京外国語大学 教授）、吉田甫（立命館大学 教授）、杉本幸司（株式会社公文公教育研究所 室長）
- 高齢者教育実践研究グループ：認知症を伴う高齢者および障がい者に対する介入の実践
：川島 隆太（東北大学加齢医学研究所 教授）、
山崎律美（特別養護老人ホーム永寿園 副園長）
- 脳機能計測研究グループ：学習教材・介入の効果測定
：泰羅雅登（日本大学 教授）

(3) 主な研究開発成果

- (i) 文字や文章の音読を中心とした「読み書き教材」と、数かぞえから単純計算を行いうる「計算教材」からなる、世界初となる認知症高齢者専用教材を開発した。読み書き教材では、高齢者が興味を持って読むことができる素材を使い、イラストも高齢者の好みに合わせてリアルな絵を用いた。ひらがなを読むレベルから、物語を読むレベルまでのさまざまなステップの教材を用意した。算数教材では、小学校三年生相当までのさまざまなステップの教材を用意した。
- (ii) 介入の実施と効果の検証として、アルツハイマー型痴呆 32 名を対象とした無作為割付試験によって、開発した教材を用いた半年間の生活介入によって、介入群の前頭前野機能の低下あるいは向上が示されるとともに、介入を受ける高齢者と介入を手助けするス

タッフの間のコミュニケーションの質と量のあり方が、前頭前野機能の改善に影響することも示された。また、方法の汎用化として、事前に行う認知症高齢者の全般的認知機能検査（MMSE）と前頭前野機能検査（FAB）、及び読み書き計算の残存能力の評価により、最適な学習レベルを決定する方法を開発し、学習療法システムの汎用化の目処をたてた。

- (iii) 学習療法は研究開発期間中の時点ですでに全国 60 箇所以上で試みられ、その効果が認められたことにより、健康な高齢者の認知症予防を目的とした自治体（仙台市、東京都品川区、岐阜県大垣市）との共同プロジェクトに波及した。

2.1.2 研究開発成果の発展・活用状況

成果が、社会実験等を通じて発展するとともに社会に活用され、貢献が認められており、十分な研究開発成果の発展活用があると評価する。

本プロジェクトにおける共同研究者である「くもん学習療法センター」で行われている学習療法の事業展開は、教材提供を含む学習・運営システムの販売とフォローアップであり、教材はより学習効果を高めるため、頻繁に内容を改訂している。また、学習療法を導入している施設は、デイサービス施設、有料老人ホーム、グループホームなど、全47都道府県で894施設にのぼり、現在も拡大中である。本研究開発プロジェクトで開発した「読み書き教材」、「計算教材」は、全国的な規模で特別養護老人ホーム等において活用されており、また、活用されている施設においてのフォローアップ研究も長期にわたって実施されていることから、成果の発展・活用について評価できる。

また、学習療法は計算と文章の朗読で成り立っており、実施は簡単であるが、適切に行い回復効果をもたらすにはケアにあたる側の技能が必要であることから、「学習療法研究会」を設置し、学習療法を普及させるための各種活動を行うとともに、民間資格として「学習療法士」を認定する取り組みを行っている。これまでに1級1万2千人、2級1万4千人の学習療法士を認定し、専門技術を教育することで正統的な療法の普及に努めている。このように、学習療法として教材だけを提供すれば良いという訳ではないということを示すとともに、学習療法士を養成するなど、認知症の予防や回復の効果をあげるための養成システムについても提案しており、正統的な療法の普及に努めている点は高く評価できる。しかしながら、他方では、購読者が単独で活用することで効果があるように思えるような出版活動を行っており、やや矛盾する点も見受けられる。

学術的な成果・発展に関しては、基礎的な研究としてはすでに終了しており、現在は実践の段階に移っているとのことではあるものの、研究成果についての吟味が不十分ではないかとの指摘もあった。学習療法の効果としては、約8割の人に何らかの効果が見られており、これは介護度の上昇を抑えることにつながっているということであり、中には、寝たきりの人が車いすで動くことが出来るようになるなど、介護度が下がった例もある。しかしながら、学習療法を活用した場合の成果について、ドリル学習をやめた後も、その改善状態が長く持続するのかが不明であったり、うまくいかなかった事例が示されていなかったりするなど、エビデンスが十分とは

言えないのではないかと、との意見もあった。また、学習療法に関する研究論文が引用された回数についても決して多いものではなく、他の研究への刺激や発展が促されているとは言い難い。「教育」の成果は「育てられた能力が確実に持続すること」が欠かせないことが条件と言ってもよく、一時的なものでは価値がないため、その種のデータがほとんど示されていないことは残念な点である。計算と文章朗読が前頭前野機能の発達や改善に効果があるという仮説は興味深い、なぜ効果があるのかについて、脳科学と行動科学を架橋する理論の構築が課題と言えるだろう。

なお、研究開発期間終了後も研究代表者が6件、共同研究者が21件もの科研費等の助成を獲得して研究活動を進めており、英文論文・会議録等42件、和文論文・会議録等66件、書籍・報告書等98件が発表されており、新聞報道等においても155件が取り上げられた。

2.1.3 科学技術的、社会的及び経済的な効果・効用、波及効果

効果・効用もしくは波及効果と考えられる第三者または社会に対する影響が認められ、十分な効果・効用もしくは波及効果がもたらされていると評価する。

健康な高齢者を対象として予防の観点から行う学習療法は、研究開発期間中にも仙台市、東京都品川区、岐阜県大垣市で行われていたが、追跡調査時点では28都道府県・130市区町村に拡大し、207箇所の実施会場で「脳の健康教室」を開催しており、学習療法は予防という観点での活用について波及効果が認められる。一方で、学習療法という呼称に表されているように、「教育」と言うよりも「治療」ないし「予防」といった性格のものであり、必ずしも「教育効果」とは言えない側面がある。この点において波及効果は限定的なものであり、決して厳密な意味で教育的な効果とは言えないと思われる。本研究では「教育」を非常に広くとらえており、学習や治療と区別しない傾向があるが、この点については、更に明確に吟味する必要があると思われる。教育学者や心理学者との議論を深めて、学習や治療とは異なる「教育」固有の世界への貢献を図るのでなければ、波及効果を過大に評価する事になる危険があり、望ましい成果を生むことにはならない。「学習療法研究会」が組織され、学習療法を普及させるための各種活動が継続されているが、そのような場で、より積極的に、「治療」以上の「教育」的效果（＝普通の人を能力を一層高め、その人の人間性や主体性が一層向上する）という効果を生む方向を探ることが今後更に成果を発展・波及するためには重要なことであろう。

経済効果という観点においては、介護度の上昇を抑えることによる潜在的な経済効果として、くもん学習療法センターでは1家庭あたりの負担が年間9万円減少すると試算しているものの、学習療法士による学習のコストを含めて、コストベネフィット分析を実施することが重要であり、学習療法士による学習のコストは1家庭あたりの負担額と同程度以上の負担が必要と推測される。

学術的な側面においては、研究開発期間終了後に、Frontal assessment battery (FAB) と Digital-symbol substitution test (DST) 値の向上を学習療法（23週間）終了後6ヶ月までフォローしたことを国際誌(Age, 30, 21-29, 2008) に報告している点は評価できる。ただし、より長期のフォローアップ研究が望まれる。また、他にも多くの学術論文を発表しているが、引用状況からみると学術的に顕著な波及効果を及ぼしたとは言い難い。

2.1.4 総合評価

追跡調査時点における研究開発成果の発展状況や活用状況、科学技術的・社会的及び経済的な効果・効用、波及効果を総合的に判断し、十分な研究開発成果の発展・活用があると評価する。

本研究開発における共同研究者である「くもん学習療法センター」で行われている学習療法の事業展開は、教材提供を含む学習・運営システムの販売とフォローアップであり、教材はより学習効果を高めるため、頻りに内容を改訂している。また、学習療法を導入している施設は、デイサービス施設、有料老人ホーム、グループホームなど、全 47 都道府県で 894 施設にのぼり、現在も拡大中である。当研究事業で開発した「読み書き教材」、「計算教材」は、全国的な規模で特別養護老人ホーム等において活用されており、活用される施設においてフォローアップ研究も長期にわたって実施されていることから、十分な発展・活用がみられる。

一方で、上記したように、学習療法の効果として示されているデータが、必ずしも厳密に吟味されたものとは言えない面があり、一般の人に脳科学を過大に信じさせてしまう心配がある。例えば、購読者が学習療法士なしの単独で実施した場合においても十分効果があるように思わせてしまう可能性のある出版物の販売などは、その一例である。このように本研究を商業ベースに乗せる場合には、この点への配慮を尽くすことが重要である、との指摘があった。また、本評価を行うにあたって、科学性と波及効果のバランスという部分の評価も必要であると言え、今後の評価における課題であると思われる。

2.2 神経回路の発達から見た育児と教育の臨界齢の研究

研究代表者：瀬川 昌也（瀬川小児神経学クリニック 院長）

研究開発実施期間：平成13年度～平成16年度

*所属については、追跡調査時のものを記載

2.2.1 研究開発課題の概要

(1) 目的

遺伝的・素因的なアミン系神経系の異常に起因する疾患の病態を究明し、発達障害の発現を未然に防止する方法を解明するとともに、各アミン系神経系がいかなる臨界齢を以って脳の発達に作用しているかを環境要因も含めて解明し、正常な脳をより活力ある脳に育てる育児と教育の方法を示すことを目的とした。

(2) 研究体制（共同研究グループ／サブテーマ及びそのリーダー）

研究代表者：瀬川 昌也（瀬川小児神経学クリニック 院長）

- 臨床医学的研究グループ：遺伝的、素因的に脳幹・中脳アミン系神経系に異常を有する発達性精神・神経疾患の病態の解明とアミン系神経系が脳の発達過程で特有の高次脳機能を発現させる機序の究明

瀬川昌也（瀬川小児神経学クリニック 院長）、中野仁雄（九州大学 教授）他

- 基礎科学的研究グループ：前田敏博（滋賀医科大学 名誉教授）、

小林和人（福島県立医科大学 教授）他

- 保育・教育現場での調査研究グループ：正木健雄（日本体育大学 名誉教授）、

鈴木みゆき（聖徳大学短期大学 助教授）他

(3) 主な研究成果

- (i) 生後の睡眠-覚醒リズムの発達に見る3つのエポックにおいて、自閉症では第1段階に、レット症候群とダウン症では第2段階に、トゥレット症候群では第3段階に発達の異常があり、それぞれに関与するアミン系神経系の異常がその病態に関わっていることを示唆する知見を得た。また、脳幹・中脳アミン系神経系が順次臨界齢を以って発現し、下位神経系を活性化することによって、それぞれ固有の上位中枢の機能を辺縁系→大脳皮質一時感覚運動系→前頭葉の順に発達させ、高次脳機能を発現させることを示唆した。ハイハイと二足歩行などのロコモーションが脚橋被蓋核を介してドーパミンニューロンを活性化し、小脳深部核を介して前頭葉の機能の発現に重要な役割を持つことを示し、高次脳機能の発現にはロコモーションの発達が関与していることを示した。
- (ii) 保育所の協力による調査の結果、睡眠-覚醒リズムの良否が情動面および認知・運動統合機能の発達に関係していることが示唆された。また、子どもの就床時刻の遅さや睡眠状況の乱れの問題があることを浮き彫りにした。多くは保育園・幼稚園で活発に運動を行うことにより正常化し、保育・幼児教育が乳幼児の運動発達に一定の効果があることを

示すとともに、運動発達を促進する環境が家庭において不備であることが示唆された。睡眠-覚醒リズム、ロコモーションの異常は、発達性精神・神経疾患の超早期症状として発現することから、これらの異常を見出すことで、疾患の早期診断・治療または発症予防が可能であることを示した。

2.2.2 研究開発成果の発展・活用状況

成果を基にした活動が発展的に継続され、社会への活用が図られており、今後の貢献が見込まれるため、本研究では一定の研究開発成果の発展・活用があると評価する。

本研究では、睡眠-覚醒リズムの正常な発達が健全な脳の発達に不可欠であることを示唆し、それを促す社会環境の必要性を指摘した。併せて、子どもの生活リズムが乱れているという現状に危機感を抱き、研究代表者が院長を努める瀬川小児神経学クリニックの後援のもと、共同研究者である神山潤・鈴木みゆき・星野恭子の3氏を発起人として、研究開発期間中の平成14年に「子どもの早起きを進める会」が立ち上げられた。この会はその後の「早寝早起き朝ごはん」国民運動に反映されることにつながっている。睡眠-覚醒リズムと自閉症の相関関係についての臨床経験の蓄積に基づき、「子どもの早起きを進める会」の設立につながるとともに、「早寝早起き朝ごはん」運動にまで展開したのは成果の発展として高く評価できる。このように、研究代表者の長年の臨床実績を保育現場や子育て支援に活かす取り組みとしての効果を考えると十分評価できる。

研究代表者は、平成18年より戦略的創造研究推進事業 CREST「脳の機能発達と学習メカニズムの解明」領域の「応用行動分析による発達促進のメカニズムの解明」（研究代表者：順天堂大学医学部 北澤茂 教授）に分担研究者として参画しており、研究は現在も継続中である。ここでは、高密度療法が自閉症の病態改善にいかに関与するかを目的として研究を行っている。この中で、睡眠-覚醒リズムおよびロコモーションの改善レベルと、高密度療法による治療効果とをモニタリングし、両者の関連性を研究している。

これらの学術的成果の発展については、睡眠-覚醒リズムとロコモーションという、比較的容易に計測・調整が可能な指標をもとに、発達障害の早期診断と治療への指針が示されたことは重要な貢献であると評価する一方で、睡眠-覚醒リズムを生後4カ月までに確立させることで自閉症の発症あるいは症状の軽減が可能になるという効果の実証はなされておらず、縦断追跡研究やコホート研究により、睡眠-覚醒リズムの確立が自閉症の軽減に寄与するといった因果関係を証明するデータが必要であるとの指摘とともに、0歳時で自閉症を発見できる可能性があるという仮説を応用実装するのは早すぎるのではないかと、との指摘もあった。

なお、研究開発期間終了後も研究代表者が3件、共同研究者が104件もの科研費等の助成を獲得して研究活動を進めており、英文論文・会議録等154件、和文論文・会議録等202件、書籍・報告書等64件が発表されており、新聞報道等においても224件が取り上げられた。

2.2.3 科学技術的、社会的及び経済的な効果・効用、波及効果

効果・効用もしくは波及効果と考えられる第三者または社会に対する影響は評価時点ではほと

んど認められないため、社会における効果・効用及び波及効果は限定的と評価する。

生後4ヶ月までに睡眠-覚醒リズムを形成し、4～8ヶ月までのロコモーションの発達を促すことはアミン系神経系の発達に重要であり、自閉症は0才児で発見・教育できる可能性があるという研究代表者の論文を知った研究者が、新たに「自閉症の0歳児での発見と教育」をテーマにして調査・研究を行った結果として、0歳児の睡眠リズムの変化にあわせて3期(0-4ヶ月、4-7ヶ月、7-12ヶ月)に分け、それぞれの時期での睡眠・運動・行動の診断ポイント、療育方法とその効果を提示するに至ったように、他の研究者への波及効果は一部見られる。ただし、0歳児において自閉症が診断できるかどうか議論されている段階において、睡眠-覚醒リズムを4ヶ月までに確立することで発症あるいは症状の軽減が可能になるとの啓発は時期尚早である、との指摘もあり社会一般への適用については慎重さが必要である。

また、本研究開発の成果が活用した事例として挙げられている「早寝早起き朝ごはん」運動自体は、本研究だけでなく、陰山英男氏など学校教育現場での実践からの運動も原動力になっているとのことであり、本研究開発課題だけの波及効果として純粋に評価し難い。

学術的な面では、研究開発期間終了後に、影響力のある国際誌への成果発表が少なく、学術的に波及効果に乏しいとの指摘もあった。

2.2.4 総合評価

追跡調査時点における研究開発成果の発展状況や活用状況、科学技術的・社会的及び経済的な効果・効用、波及効果を総合的に判断し、一定の研究開発成果の発展・活用があると評価する。

本研究では、睡眠-覚醒リズムの正常な発達が健全な脳の発達に不可欠であることを示唆し、それを促す社会環境の必要性を指摘した。これは併せて、子どもの生活リズムが乱れているという現状に危機感を抱き、研究代表者が院長を努める瀬川小児神経学クリニックの後援のもと、共同研究者である神山潤・鈴木みゆき・星野恭子の3氏を発起人として、研究開発期間中の平成14年に「子どもの早起きを進める会」が立ち上げられた。これは「早寝早起き朝ごはん」国民運動に反映されることにつながっている。ただし、研究代表者の睡眠-覚醒リズムとロコモーションの臨床的評価から自閉症の早期診断を導出する仮説は科学的な根拠が十分ではなく、研究の基盤をなす仮説が科学的に十分な証明がされておらず、本研究の学術的基盤と臨床や保育現場での優れた活動に乖離がみられるのではないかと指摘もあった。

2.3 人間のコミュニケーション機能発達過程の研究

研究代表者：定藤 規弘（岡崎国立共同研究機構 教授）

研究開発実施期間：平成13年度～平成16年度

*所属については、追跡調査時のものを記載

2.3.1 研究開発課題の概要

(1) 目的

近年、脳血流を指標とするポジトロン・エミッション・トモグラフィー（PET）、機能的 MRI（fMRI）、光トポグラフィ、近赤外線スペクトロスコピー（NIR）などの非侵襲的な脳機能画像法が発達し、ヒト脳の機能局在と連関を画像化できるようになった。本研究では、これらの非侵襲的脳機能画像法を用いて、成人における異種感覚統合の神経基盤を明らかにするとともに、感覚脱失に伴う神経活動の変化や発達および学習による新たな機能の獲得など高次脳機能の可塑性メカニズムに迫り、発達期における異種感覚統合の脳内形成過程を明らかにすることを目的とした。

(2) 研究体制（共同研究グループ／サブテーマ及びそのリーダー）

研究代表者：定藤 規弘（岡崎国立共同研究機構 生理学研究所 心理生理学研究部門 大脳皮質機能研究系 教授）

岡崎グループ：健常成人の機能的 MRI と光トポグラフィ

リーダー：定藤 規弘（岡崎国立共同研究機構 生理学研究所 心理生理学研究部門 大脳皮質機能研究系 教授）

福井グループ：視聴覚障がい者の機能的 MRI と入乳幼児の光トポグラフィ

リーダー：松木 健一（福井大学）

東京グループ：乳幼児の光トポグラフィと脳波

リーダー：小西 行郎（東京女子医科大学）

日立グループ：乳幼児用光トポグラフィ技術開発

リーダー：牧 敦（株式会社日立製作所 基礎研究所）

(3) 主な研究開発成果

(i) 脳機能計測システムを確立した。具体的には、被験者の解剖学的 MRI 撮像をおこない、それを用いて個々の被験者の運動前野を頭皮上で同定するためのナビゲーションシステムと方法論を構築し、大部分の被験者で誤差を5ミリ以内に抑えることが可能になった。そのシステムを用い、前補足運動野の活動の干渉は言語的表象操作課題の反応時間を選択的に延長することを見出し、内側運動前野が逐次的連続的な操作に有意な役割を果たしていることを示唆した。また、fMRI の膨大な脳時系列データを用いた局所間結合度の評価法を開発し、一次視覚野は新たな刺激入力が生じた場合のみでなく、それが減少した場合にも大きな賦活を示すことがわかった。

(ii) 成人における異種感覚統合として、触覚－視覚統合に後部頭頂間溝が何らかの役割を果

たしていること、視覚および聴覚入力の拮抗的バランスによって、異種感覚を担う神経活動はダイナミックに変化すること、学習による視覚系から聴覚系への機能的結合が形成されることが示された。

- (iii) 視覚障がい者において、長期にわたる視覚入力遮断の結果、触覚弁別処理が本来入力を受ける領域とは別の領域である視覚野で処理されることが示された。聴覚脱失により視聴覚統合を担う神経回路の可塑的变化には年齢依存性があり、言語習得以前の聴覚脱失では音声処理機構が視覚処理に置き換わったことを示唆し、ヒトの音声を認識する脳内機構形成における早期（2歳未満）聴覚入力の重要性を示唆した。

2.3.2 研究開発成果の発展・活用状況

成果を基にした活動が発展的に継続され、社会への活用が図られており、今後の貢献が見込まれるため、本研究では一定の研究開発成果の発展・活用があると評価する。

本研究は、機能的MRIと経頭蓋的磁気刺激法の組み合わせ、あるいは光トポグラフィの組み合わせ等、複数の非侵襲的脳機能イメージング法を組み合わせる方法を開発しており、それらを活用してヒトの脳内活動について実証的な研究を総合的に進めた点は評価できる。

また、複数の非侵襲的脳機能イメージング法の組み合わせ手法が文部科学省の「脳科学研究戦略推進プログラム」への参画へと発展している。また、平成14年より開始された社会技術研究システムの新規研究「心身や言葉の健やかな発達と脳の成長」のミッション・プログラムに研究代表者はイメージンググループの代表者として参加し、これと関連して「すくすくコホート」研究にも参画しているなど、研究成果の活用が認められる。

一方で、基礎的研究と実践的研究の乖離がやや見受けられるとの指摘があった。心理学や行動科学分野には、幼児期のこころやからだの発達についての知見が多く蓄積されているため、心理学や行動科学分野の研究者と今後融合することにより、基礎的脳研究の知見と子どもの発達の行動学的知見をつなげ、社会に資するような研究になると期待される。

なお、研究開発期間終了後も研究代表者が8件、共同研究者が37件もの科研費等の助成を獲得して研究活動を進めており、英文論文・会議録等95件、和文論文・会議録等165件、書籍・報告書等23件が発表されており、新聞報道等においても115件が取り上げられた。

研究成果が著名な国際学術誌に掲載されていることから鑑みて、基礎研究については大きな成果が見られており、高く評価できる。また、聴覚障害者では触覚を聴覚野で処理しているといった可塑的变化が起きる等、重要かつ確実な科学的知見が得られており、リハビリテーションにおける理論的基盤として、大いに利用可能な知見であることも高く評価できる。

2.3.3 科学技術的、社会的及び経済的な効果・効用、波及効果

効果・効用もしくは波及効果と考えられる第三者または社会に対する影響が認められ、一定の効果・効用もしくは波及効果をもたらされていると評価する。

平成16年7月より開始された社会技術研究システムの新規研究「心身や言葉の健やかな発達

と脳の成長」のミッション・プログラムⅢ「日本における子どもの認知・行動発達に影響を与える要因の解明」に、研究代表者はニューロイメージンググループのリーダーとして、また共同研究者も研究顧問として参画している。この研究は通称「すくすくコホート」として、平成21年3月まで研究が行われた。子どもの発達と成長に対して生活・成育環境が与える影響を調べるのが目的であり、大阪、三重、鳥取の3地域で、0歳児、5歳児の長期前方調査と脳機能画像法を有機的に組み合わせて研究が進められた。本研究開発によって開発された複数の非侵襲的脳機能イメージングの組み合わせ手法は多くの研究成果を出すなど一定の波及効果を示している。また、子どもの社会能力の獲得過程の解明を目的とした「すくすくコホート」研究にも波及効果が及ぼした点は評価できる。また、学術的にも影響力のある国際誌に成果を多数発表したことにより、脳機能イメージング分野に科学技術的な波及効果をもたらしたと評価できる。

本研究により得られた知見の科学性が高く、その効果の応用可能性が有望であることから、その成果の普及を更に進めても良いと思われる。

2.3.4 総合評価

追跡調査時点における研究開発成果の発展状況や活用状況、科学技術的・社会的及び経済的な効果・効用、波及効果を総合的に判断し、一定の研究開発成果の発展・活用があると評価する。

本研究は、機能的MRIと経頭蓋的磁気刺激法の組み合わせ、或いは光トポグラフィの組み合わせ等、複数の非侵襲的脳機能イメージング法を組み合わせる方法を開発しており、それらを活用してヒトの脳内活動について実証的な研究を総合的に進められている点は評価できる。

また、この組み合わせ法は文部科学省の「脳科学研究戦略推進プログラム」への参画へと発展しているとともに、平成14年より開始された社会技術研究システムの新規研究「心身や言葉の健やかな発達と脳の成長」のミッション・プログラムに研究代表者はイメージンググループの代表者として参加し、これと関連して「すくすくコホート」にも参画しているなど、研究開発成果の活用が認められる。

2.4 知的学習の成立と評価に関する脳イメージング研究

研究代表者：仁木 和久（独立行政法人産業技術総合研究所 脳神経情報研究
部門 主任研究員）

研究開発実施期間：平成14年度～平成17年度

*所属については、追跡調査時のものを記載

2.4.1 研究開発課題の概要

(1) 目的

現代教育における改革に、「教え込み教育」から「生徒の主体的な認知行動を通じた学習」への転換が据えられているが、この「主体的な認知行動を伴う学習メカニズム」やその理解に必要な科学的枠組みが不足しているため、この重要な「学習」の特性を十分に把握・理解することができていない。本研究では、「ヒト固有の知能の特性とその形成原理」を解明して、「脳科学」と「教育」とを有機的に関連づけ、教育や学習の諸問題に脳科学が貢献できる研究的枠組みを作ること、また、そのために脳科学的基盤に基づいたヒト知能の認知科学的解明を行うことを目的とした。

(2) 研究体制（共同研究グループ／サブテーマ及びそのリーダー）

研究代表者：仁木 和久（独立行政法人産業技術総合研究所 脳神経情報研究部門 主任研究員）

仁木グループ：知的学習の脳イメージング研究

リーダー：仁木 和久

（独立行政法人産業技術総合研究所 脳神経情報研究部門 主任研究員）

門脇グループ：社会力診断テストの開発と妥当性の検証

リーダー：門脇 厚司（筑波学院大学 学長）

(3) 主な研究開発成果

(i) fMRI を用いた研究脳イメージング研究による「ヒト固有の知能の特性とその形成原理」の解明と「社会技術」研究として「脳科学」と「教育」を有機的に関連づけ、教育や学びの諸問題に脳科学が貢献できる研究的枠組みを検討した。例えば、同時提示条件と遅延提示条件での2語の意味的關係判断を被験者に問う実験から、同時提示された時に比べて遅延提示された場合に左海馬が活動していることを明らかにして、海馬の基本的機能である「時間的な離散事象の連合作用」を世界で初めて脳イメージング検出することができたことなどが挙げられる。

(ii) 社会学者との共同研究において、社会力診断テストを開発し、東海村の乳幼児、小学生、中学生、高校生を対象に調査を行った。その結果について因子分析法による多変量解析を行い、社会力が大きく分けて5つの要素（「大人への信頼感」、「他者への思いやり」、「知的的好奇心」、「未知の人への関心」、「人間への信頼感」）から構成されていることを確認できた。また、社会力のある児童は学習意欲も高いことも確認できた。

2.4.2 研究開発成果の発展・活用状況

成果を基にした活動が継続されているが、社会への貢献は不明であり、研究開発成果の発展・活用は限定的と評価する。

研究開発期間終了後、機能的 MRI を用いた脳機能の研究については、応用研究として、ヒト知能の創造性開発に関する研究や、ヒトの購買行動と脳の機能との関係についての脳の働きに関する研究（ニューロマーケティングに関心のある企業との共同研究）を継続して行っている。また、本研究開発において開発した社会力診断テストは、共同研究者の属する大学において、入学生全員に対して、入学直後と2年時、卒業前と全3回実施していると共に、学生の社会力を育てるための取り組みとして「オフ・キャンパス・プログラム（OCP）」を実施している。このように、研究代表者の機能的 MRI 研究と共同研究者の社会力診断テストに関する研究は個々には継続・発展していることは評価できる。

ただし、脳イメージング研究の内容と社会力診断テストの間にほとんど関連がないと思われるため、各々のセクションで効果があったとしても、本研究開発としては成功しているとは言い難いとの指摘もあった。また、脳研究者と社会力診断の研究者との連携協働が十分なされていたかは十分に把握できず、脳科学と教育に関わる二つのグループが独立に研究を推進したように見受けられ、当初は脳科学と教育を有機的に関連づけようという志をもって着手したのではないかとと思われるが、有機的連携協働がなされなかったものと思われ、所期の目的が達成されなかったのは残念である。

機能的 MRI 研究を通じて、海馬の働きについてかなり詳細な研究が行われ、他の脳機能と他の認知機能との関連など、新たな知見が得られたことは非常に評価できるが、そこから学習・記憶についてのこれまでと異なる新しいモデルが検証されたかのような結論については、やや強引な印象を受けるとの指摘もあった。

なお、研究開発期間終了後も研究代表者が1件、共同研究者が4件もの科研費等の助成を獲得して研究活動を進めており、英文論文・会議録等12件、和文論文・会議録等63件、書籍・報告書等4件が発表されており、新聞報道等においても21件が取り上げられた。

2.4.3 科学技術的、社会的及び経済的な効果・効用、波及効果

効果・効用もしくは波及効果と考えられる第三者または社会に対する影響は評価時点ではほとんど認められないため、社会における効果・効用及び波及効果は限定的と評価する。

社会力診断テストについては、某企業が社会力診断テストをベースとして、「小学生版」、「中学生版」、「高校生版」、「大学生版」、「一般社会人版」の診断テストを販売する企画があり、共同研究者も監修として参画している。また、財団法人大学コンソーシアム京都からは、社会力診断テストの使用申し入れがあったようであり、共同研究者の所属する大学だけでなく、他の大学等の教育機関からの関心も高いと見受けられ、一定の波及効果が見られる。ただし、社会力診断テストの波及については、本研究開発以前にも行われてきたものであり、今回の直接的な成果とは言えず、その波及については、本研究開発の波及効果とは認定し難いとの指摘もあった。

科学技術的側面においては、本研究開発においても実施した機能的 MRI の脳イメージング研究の波及効果として、理化学研究所脳科学研究所の神経情報基盤センター（NIJC：NeuroInformatics Japan Center）が中心となり、OECD 国際協力に基づいて「脳イメージングに関するニューロインフォマティクス・プラットフォーム（NIMG-PF）」が設立されるに至り、平成19年度から脳イメージング情報が公開されるようになった。研究代表者も幹事として NIMG-PF 委員会に参画している。学術面については、本事業において研究代表者の出された結果は、その後国際的学術誌にほとんど発表されておらず、(例えば、平成22年10月時点の ISI Web of Science によれば、平成18年に Brain Research Bulletin と Neuroimage に投稿された2報以後論文はない状況のようである)、学術的には波及効果は非常に小さいと思われる。

2.4.4 総合評価

追跡調査時点における研究開発成果の発展状況や活用状況、科学技術的・社会的及び経済的な効果・効用、波及効果を総合的に判断し、研究開発成果の発展・活用は限定的と評価する。

本研究開発期間終了後においても、機能的 MRI を用いた脳機能の研究については、応用研究として、ヒト知能の創造性開発に関する研究や、ヒトの購買行動と脳の機能との関係についての脳の働きに関する研究（ニューロマーケティングに関心のある企業との共同研究）を継続して行っている。また、本研究開発において開発した社会力診断テストは、共同研究者の属する大学において、入学生全員に対して、入学直後と2年時、卒業前と全3回実施しているとともに、学生の社会力を育てるための取り組みとして「オフ・キャンパス・プログラム（OCP）」を実施している。このように、研究代表者の機能的 MRI 研究と共同研究者の社会力診断テストに関する研究は個々には継続・発展していることは評価できる。

また、社会力診断テストについては、某企業が社会力診断テストをベースとして、「小学生版」、「中学生版」、「高校生版」、「大学生版」、「一般社会人版」の診断テストを販売する企画があり、共同研究者も監修として参画している。また、財団法人大学コンソーシアム京都からは、社会力診断テストの使用申し入れがあったようであり、共同研究者の所属する大学だけでなく、他の大学等の教育機関からの関心も高いと見受けられ、一定の波及効果が見られる。ただし、社会力診断テストの波及については、本研究開発以前にも行われてきたものであり、今回の直接的な成果とは言えず、本研究開発の波及効果とは認定し難いとの指摘もあった。

2.5 学習機構の生後発達の分子基盤の解明とその応用

研究代表者：真鍋 俊也（東京大学医科学研究所 神経ネットワーク分野 教授）

研究開発実施期間：平成14年度～平成17年度

*所属については、追跡調査時のものを記載

2.5.1 研究開発課題の概要

(1) 目的

これまでの研究から、ヒトや動物の記憶・学習の生後発達に中枢神経系の海馬が重要な役割を果たしていることが分かっているが、海馬における LTP（長期増強）をはじめとするシナプス可塑性の生後発達の分子機構については未だ不明な所が多い。本研究では、遺伝子改変マウスおよび電気生理学的解析を活用して海馬における学習能力の生後発達の分子機構を解明し、その脳科学の研究成果を教育の現場へ応用することを目的とした。

(2) 研究体制（共同研究グループ／サブテーマ及びそのリーダー）

研究代表者：真鍋 俊也（東京大学医科学研究所 神経ネットワーク分野 教授）

- －分子生物学的・生化学的解析グループ
- －電気生理学的解析グループ
- －認知行動学的解析グループ

(3) 主な研究開発成果

- (i) NMDA 受容体の NR2B サブユニットの Tyr1472 をフェニルアラニンに置換してチロシンリン酸化が入らなくなった遺伝子改変マウス（YF マウス）を用いて、Tyr1472 のリン酸化が NMDA 受容体のスパイン局所における分布を制御していることを実証した。また、NR2B の Tyr1472 のリン酸化は、扁桃体の外側核（LA）での LTP に関与するだけでなく、個体レベルにおいても扁桃体が関与する恐怖学習（フリージング）において重要な役割を果たしていることを明らかにした。さらに、この遺伝子改変マウスでは、Ca イオンが入ってきても CaMKII（カルシウム・カルモジュリン依存性蛋白質リン酸化酵素 II）のシナプスへの移動が起らないために LTP（長期増強）誘導のためのシグナル伝達がうまく機能しないことを明らかにした。
- (ii) Z 型チロシン脱リン酸化酵素（Ptpz）を欠損した遺伝子改変マウスでは、海馬における LTP は年齢依存的に増大するが、場所の記憶能力は年齢依存的に低下することから、学習能力にはリン酸化と脱リン酸化のバランスが重要であることを明らかにした。
- (iii) コリン作動性神経終末から生理的に放出されるアセチルコリンが海馬 CA1 領域における LTP を増大させるが、その作用はシナプス後細胞に豊富に存在する M1 ムスカリン受容体を媒介していることを明らかにした。

2.5.2 研究開発成果の発展・活用状況

成果を基にした活動が発展的に継続され、社会への活用が図られており、今後の貢献が見込まれるため、本研究では一定の研究開発成果の発展・活用があると評価する。

研究開発期間終了後の研究開発成果として、事業の中で解析した NMDA 受容体の NR2B サブユニットのリン酸化が起きなくなった遺伝子改変マウスでは、扁桃体以外でも脳の各部位で NMDA 受容体がおかしくなっているが、扁桃体の NMDA 受容体だけを改変した遺伝子改変マウスの作成に成功したとのことであり、学術的には一定の発展をみせている。今後、このマウスの生後発達における恐怖学習の変化を解析することにより、子どもの心の問題や虐待の問題に関連したモデル、例えば PTSD（心的外傷後ストレス障害）のモデル動物になることが期待され、他の研究者から共同研究の依頼を受けているようである。また、文部科学省の脳科学研究戦略推進プログラムの「社会的行動を支える脳基盤の計測・支援技術の開発」研究に参画するなど新たな研究プロジェクトへの展開も見られる。

また、学術面での発展としては、ヒト型の ApoE4（アルツハイマーの危険因子）をマウスの ApoE（老齢化関連因子）と入れ替えて LTP 計測をすることで、年齢依存的に若い時期は LTP が大きい、年を取ると同じになることが発見されたことや神経細胞の結合の誘導や反発に関連する因子である Plexin-A2 や Plexin-A4 をノックアウトした遺伝子改変マウスは正常のマウスよりも物覚えが良いことを発見したことなど、改変マウスを活用して種々の学術発展が見られており、高く評価できる。ただし、学術的な貢献は高く評価されるものの、応用・波及効果の段階という意味では主だった進捗が見られない点が残念な点であり、今後に期待したいところではあるとの指摘もあった。しかしながら、一方では本研究開発は、基礎科学的側面が強く、性急な応用にはなじまないとの指摘もあった。

なお、研究開発期間終了後も研究代表者が 7 件の科研費等の助成を獲得して研究活動を進めており、英文論文・会議録等 13 件、和文論文・会議録等 5 件、書籍・報告書等 5 件が発表されており、新聞報道等においても 4 件が取り上げられた。

2.5.3 科学技術的、社会的及び経済的な効果・効用、波及効果

効果・効用もしくは波及効果と考えられる第三者または社会に対する影響が認められ、一定の効果・効用もしくは波及効果をもたらされていると評価する。

本研究開発の成果である改変モデルマウスを活用して、薬学部と連携して、モデルマウスを使い創薬グループが所有する化合物の中から薬のスクリーニングを行う予定であり、薬学部、医学部、医科学研究所が連携した東京大学グローバル COE プログラム「疾患のケミカルバイオロジー教育拠点」の中で、医科学研究所では研究代表者の研究室が選ばれており、他分野との共同研究へと発展している。

また、本研究開発の中で確立した遺伝子改変マウスの「脳スライスを用いた電気生理学的解析」および「動物レベルでの行動解析」が他の脳科学の研究者に評価され、共同研究の依頼を受けている。このように、学術的には扁桃体の NMDA 受容体だけを改変した遺伝子改変マウスを利用し

た研究成果をトップレベルの国際誌に発表した結果、共同研究の依頼を受けるなど他の研究者への波及効果がみられる。ただし、動物における基礎的研究にとどまっており、ヒトへの応用とはかけ離れたままで、社会への波及効果や効用はほとんど認められない。また、得られた知見は限定された領域内のもので、それを超えて波及することが見込まれていると判断できない、との指摘があるものの、基礎科学的な側面が強く、波及効果は科学領域に限られるが、神経科学の中では大きなインパクトのある成果であるため一定の効果・効用があると評価される。

2.5.4 総合評価

追跡調査時点における研究開発成果の発展状況や活用状況、科学技術的・社会的及び経済的な効果・効用、波及効果を総合的に判断し、一定の研究開発成果の発展・活用があると評価する。

研究開発期間終了後の研究開発の成果として、研究開発プロジェクトの中で解析した NMDA 受容体の NR2B サブユニットのリン酸化が起きなくなった遺伝子改変マウスでは、扁桃体の NMDA 受容体だけを改変した遺伝子改変マウスの作成に成功したとのことであり、学術的には一定の発展をみせている。今後、このマウスの生後発達における恐怖学習の変化を解析することにより、子どもの心の問題や虐待の問題に関連したモデル、例えば PTSD（心的外傷後ストレス障害）のモデル動物になることが期待され、他の研究者から共同研究の依頼を受けているようである。

ただし、上記したように本研究開発は、学術的には優れた成果が得られているものの、動物実験にとどまっており、社会技術の研究開発の趣旨とは乖離があると指摘された。しかしながら、科学的意義の高い結果については基礎研究の成果であり、性急な応用や展開は誤解・混乱を招く恐れがあるため、行きすぎた啓発を進めるよりは、しっかり基礎科学としての範囲での発表を行ったことは妥当であったとの指摘もあった。

2.6 学習・記憶・認知・意欲機能の基盤と不登校

研究代表者：三池 輝久（熊本大学大学院医学薬学研究部 教授）

研究開発実施期間：平成14年度～平成17年度

*所属については、追跡調査時のものを記載

2.6.1 研究開発課題の概要

(1) 目的

近年、子ども達の学力低下だけでなく、高学歴社会の中での激しい進学競争による夜遅くまであるいは土曜・日曜もない塾通いや休みのない学校での部活動のため、成長期にある子ども達に休みのない心身活動が大人社会によって強制され、子ども達の生命力の低下が心配されている。

本研究では、子ども達の不登校や学力低下の背景について調べるために、子ども達を始め現代の若者に共通した生活背景、生活リズムの解析から「学習・記憶・認知・意欲」の機能に負の影響を与える因子を解明し、子ども達が生き活きとできる生き方を選択できる情報を提供する事を目的とした。

(2) 研究体制（共同研究グループ／サブテーマ及びそのリーダー）

研究代表者：三池 輝久（兵庫県立リハビリテーションセンター中央病院 子どもの睡眠と発達医療センター センター長）

三池チーム：ヒトにおける行動日内リズムの検討など

リーダー：三池 輝久（熊本大学大学院医学薬学研究部 教授）

山本チーム：健康な子どもにおける生体リズムおよび気分・身体症状・認知機能の評価

リーダー：山本 義春（東京大学大学院教育学研究科 教授）

石浦チーム：意欲に関わるドーパミントランスporter遺伝子解析

リーダー：石浦 章一（東京大学大学院総合文化研究科 教授）

(3) 主な研究開発成果

- (i) 現代の中学生における夜型変化を伴う生活リズムの変調と不定愁訴との関連性を明らかにし、直前の身体活動パターンから気分や身体症状の予測が可能であることを実証した。また、行動日内リズムは、年齢が長じて成人に近づくにつれて24時間リズムが崩れて24時間よりも伸びてくることが明らかになり、年齢と共に生活リズム維持機構が弱体化することが示唆された。
- (ii) 社末梢血液中のリンパ球における時計遺伝子(hPer1, hPer2, hPer3, hBmal1, hClock) の発現頻度を評価することによりサーカディアンリズム睡眠障害の診断が可能であり、また5つの遺伝子の中で Per2 の発現異常がサーカディアンリズム睡眠障害に関連していることを明らかにした。
- (iii) 各種の精神疾患（アルコール依存症、注意欠陥・多動性障害、慢性疲労症候群）とドーパミントランスporter(DAT1)遺伝子の非翻訳領域に存在する40～42塩基の繰り返し

返し多型領域との関連性を明らかにした。さらにこの多型領域に結合する新規遺伝子 *Hers1* をクローニングし、*Hers1* 遺伝子をノックアウトして作成されたマウスが鬱病症状を呈することを明らかにした。

(IV) 不登校児童の事象関連電位(P300)の異常が脳の認知機能に問題があり、不登校児童の P300 が①Type1(遅延型)、②Type2(過敏型)、③Type3(正常型)の3つに分類されることを明らかにした。

2.6.2 研究開発成果の発展・活用状況

成果を基にした活動が発展的に継続され、社会への活用が図られており、今後の貢献が見込まれるため、本研究では一定の研究開発成果の発展・活用があると評価する。

研究代表者は平成17年に「睡眠障害および慢性疲労治療・研究センター」の設立に向けて、「にこにこおはようプロジェクト」を立ち上げ、平成18年から個人や学校からの子供達の睡眠障害・小児慢性疲労症候群の早期発見・治療の申込を受け付けている。現在、「子どもの睡眠と発達医療センター」と「東京受付センター」が連絡窓口になっている。この「にこにこおはようプロジェクト」の活動がきっかけとなり、睡眠ログを使って子ども達の睡眠状態の調査を実施し、不登校児解消の取組に到った事例もあるようで、臨床面では本研究開発の成果は良く活用され、社会へ展開されており、問題の重要性に鑑み、高く評価できる。その活動で得られた結果を科学的に分析した結果があれば更に良いと思われる。

また、研究代表者は、平成20年4月から兵庫県立リハビリテーションセンター中央病院・子どもの睡眠と発達医療センター長に就任し、同施設において小児慢性疲労症候群の不登校児の診断・治療に当たっており、十数人の子ども達が光治療主体の治療を受けている。これまでの診断・治療を通していくつかの成果が得られているようである。

子どもの心身活動の健康維持のためのさまざまな計測指標を提案し、それぞれの指標をもとにした子どもの生活リズム向上への指針を示した点は評価できる。ただし、それが学習、記憶、意欲のどのような側面にどのような因果的関連をもつかは明らかではなく、不登校との関連はさらに不明であるとの指摘があった。今後、心理学や行動科学の方法論も導入して基礎的知見を得ることは重要である。

また、3つのチームがバラバラに研究を進めている印象は拭えず、連携協働がなされているようには判断できず、一体として応用へと進めることは難しいと思われる。しかしながら、各研究者の個々の研究成果に関しては、十分に応用されていると評価できる。

なお、研究開発期間終了後も研究代表者が1件、共同研究者が7件もの科研費等の助成を獲得して研究活動を進めており、英文論文・会議録等47件、和文論文・会議録等34件、書籍・報告書等3件が発表されており、新聞報道等においても44件が取り上げられた。

2.6.3 科学技術的、社会的及び経済的な効果・効用、波及効果

効果・効用もしくは波及効果と考えられる第三者または社会に対する影響は評価時点ではほと

んど認められないため、社会における効果・効用及び波及効果は限定的と評価する。

平成19年の「国際慢性疲労症候群学会」において「小児慢性疲労症候群国際基準」が策定され、不登校が小児慢性疲労症候群に当てはまることが認められるなど、優れた波及効果がみられる。

また、八幡市教育委員会では、平成20年度から子どもたちの睡眠を重点にして、生活リズムの向上と不登校対策として、二つのプロジェクトを実施している。前者は、「朝スキ（すっきり・好き）プロジェクト」として、睡眠ログを活用し睡眠状況の可視化を図り、医療連携による子供たちの生活リズム向上を図るものである。これは文部科学省の「子どもの生活リズム向上のため調査研究（先進地域の調査研究）」の支援を受けた取り組みとなっている。後者は、「F-0（不登校ゼロ）プロジェクト」として、睡眠ログを活用して医療（研究代表者）と連携した不登校の未然防止などを行っている。このように不登校児に対する睡眠問題への取り組みなど、社会への波及効果もみられ、高く評価される。

学術的な貢献の面では、過眠型睡眠障害の子どもの日内行動リズム改善の治療に用いる光治療器においてより治療効果の420～500nmの波長を照射する光治療器を企業と共同開発中であり、これについてはその効果についてのエビデンスについての記載がなく、判断は難しい。

社会へ向けた普及活動は活発に行われているものの、それが実際に不登校を減少させたかについての実証的データなど様々な活動に対する成果の量的把握や、改善に対しての分析などは研究として欠かせない要素であるため、それらの記述があれば更に評価できるとの指摘もあった。

2.6.4 総合評価

追跡調査時点における研究開発成果の発展状況や活用状況、科学技術的・社会的及び経済的な効果・効用、波及効果を総合的に判断し、研究開発成果の発展・活用は限定的と評価する。

研究代表者は平成17年に「睡眠障害および慢性疲労治療・研究センター」の設立に向けて、「にこにこおはようプロジェクト」を立ち上げ、現在、「子どもの睡眠と発達医療センター」と「東京受付センター」において、個人や学校からの子供達の睡眠障害・小児慢性疲労症候群の早期発見・治療の申込を受け付けている。この「にこにこおはようプロジェクト」の活動がきっかけとなり、睡眠ログを使って子ども達の睡眠状態の調査を実施し、不登校児解消の取組に到った事例もあるようで、臨床面では本研究の成果は良く活用され、社会へ展開されており、問題の重要性に鑑み、高く評価できる。

一方で、脳科学研究としてのインパクトが高いとは言い難く、また、さまざまな社会的状態から病態までを含む不登校という多様な状態について、慢性疲労症候群で一括りにすることは誤解を招く危険もあり、より慎重な啓発が求められるところであるとの指摘もあった。代表者の所属が大学から県立病院への移動があったことは、その後の研究が基礎面よりも実践面に重きを置く結果になったものと思われる、この点に関しては考慮すべきことである。

2.7 学習困難の脳内機序の解明と教育支援プログラムの開発・評価

研究代表者：正高 信男（京都大学霊長類研究所 教授）

研究開発実施期間：平成15年度～平成18年度

*所属については、追跡調査時のものを記載

2.7.1 研究開発課題の概要

(1) 目的

本研究では、学習に様々な困難をもつ子どもたち（学習障害、協調運動障害、高機能自閉症、アスペルガー障害、注意欠陥／多動性障害）の障害に応じた適切かつ体系的な支援を行うために、さまざまな学習困難に対応した学習支援プログラムを開発するとともに、そのプログラムの有効性について近赤外分光法（NIRS）を用いて評価し、学習の可塑性が脳の可塑性とどのように対応するかを明らかにすることを目的とした。

(2) 研究体制（共同研究グループ／サブテーマ及びそのリーダー）

研究代表者：正高信男（京都大学霊長類研究所 教授）

障害評価グループ：学習困難をもつ子どもの心理課題遂行時の脳内機序の解明および支援プログラムの評価

リーダー：正高信男（京都大学霊長類研究所 教授）

学習困難支援グループ：学習困難をもつ子どもの支援プログラムの開発、実施、評価

リーダー：山本淳一（慶應義塾大学 教授）

脳内機序研究グループ：脳機能測定による学習困難をもつ子どもの情報処理過程の解明

リーダー：中村克樹（国立精神・神経センター・神経研究所 部長）

(3) 主な研究開発成果

(i) コンピュータを活用して、応用行動分析学に基づいた学習支援プログラム（学習教材、カリキュラム）を開発し、それをブロードバンドネットワーク経由で、特別支援教室に送って学習支援を実施してもらい、その成果を大学に送り返してもらう形で双方向的な学習支援ネットワークを構築した。また、毎日の学習が必要な教材については、家庭のコンピュータに配信あるいはDVDなどのメディアで提供し、学習支援とその効果評価の流れを確立するとともに、学習支援介入による効果を検証した。

(ii) NIRS を用いて、学習困難児が「書くこと」が困難だった時と、新しい学習支援プログラムに基づいた介入指導を行って「書くこと」の流暢性が改善された時を比較検討し、「書くこと」の困難の一つの原因が補足運動野を含む前頭一頭頂領域における流暢性の困難であることを明らかにした。

2.7.2 研究開発成果の発展・活用状況

成果を基にした活動が発展的に継続され、社会への活用が図られており、今後の貢献が見込ま

れるため、本研究では一定の研究開発成果の発展・活用があると評価する。

研究開発期間終了後、科学技術振興機構 研究開発成果実装支援プログラムに「e-ラーニングシステムを核とする多様な学習困難に対応した地域単位の学習支援ネットワークの構築」に平成19年に採択された。これは、本研究開発の中で開発した教材や学習支援プログラムを使用して、e-ラーニングにより「読む」「書く」「聞く」「話す」「理解する」「表現する」学習を容易にすることを手がかりに、家庭と学校・療育センターを巻き込んだ地域単位の支援ネットワークを構築することを目的としたものであり、本研究開発における研究開発成果が活用されている点は評価できる。

学習困難の脳内機序の解明については、脳内の血流量を測定するために血液中の酸化ヘモグロビンを測定する近赤外（NIRS）やfMRIの他に事象関連電位を測定する脳波測定を用いて研究を行っている。発達障害ではないがこれに似た学習障害を示す虐待を受けた子どもについて、脳内部位のfMRIを撮って脳の分析を進めている。自閉症の子どもは自己認知が困難であるため、脳波計測を行って分析を進めている。

学習を困難にしている要因を脳科学の観点から計測し、その改善のためのコンピュータ支援学習プログラムを開発したという、科学的知見をもとに実際の社会的問題解決に貢献する総合的研究の成果となっており、障害評価グループと学習困難グループ、並びに脳内機序研究グループが一定の実績をあげている点は評価できる。ただし、得られた成果が独立しており、学習困難の脳内機序に関する知見がどのように教育支援プログラムの開発と評価に活かされるのかについて追跡調査報告書では記載されておらず、脳科学研究と教育介入研究が乖離している印象が拭えず、グループ間の連携協働が達成されていないかのように見受けられる点は残念である、との指摘もあった。

なお、研究開発期間終了後も研究代表者が4件、共同研究者が3件もの科研費等の助成を獲得して研究活動を進めており、英文論文・会議録等42件、和文論文・会議録等19件、書籍・報告書等16件が発表されており、新聞報道等においても28件が取り上げられた。

2.7.3 科学技術的、社会的及び経済的な効果・効用、波及効果

効果・効用もしくは波及効果と考えられる第三者または社会に対する影響は評価時点ではほとんど認められないため、社会における効果・効用及び波及効果は限定的と評価する。

本研究開発期間終了以降も埼玉県志木市から山本教授（本研究開発における共同研究者）へのスーパーバイザーの委託が続いており、毎年、志木市の12の小学校の校長会において学習困難児に対する教育支援について説明するとともに、各学校で対象児童の心理学的なチェックを行うなど実践している。また、発達障害や不登校の高校生を対象にしてサポート校が設立され、開発した教育技法を用いて学習支援を行うなど一部ではあるものの社会に適用されている。個別の診断結果に応じた学習支援システムの開発が実施されており、その効果が検証されている点は、評価できる。また、実装支援プログラム協力機関である名古屋市発達障害者支援センターでは、支援プログラムを受けることによって、学習困難を持つ子ども達は学習面だけでなく行動面でも良

い効果が得られているとのことである。

学術的側面において、研究開発期間終了時には論文は発表されていなかったが、その後研究論文が多く発表されており、成果の普及という面で改善しているものの、影響力のある国際誌への成果発表が少なく、波及効果が乏しいとの指摘もあった。

2.7.4 総合評価

追跡調査時点における研究開発成果の発展状況や活用状況、科学技術的・社会的及び経済的な効果・効用、波及効果を総合的に判断し、一定の研究開発成果の発展・活用があると評価する。

本研究開発期間終了後、科学技術振興機構 研究開発成果実装支援プログラムに「e-ラーニングシステムを核とする多様な学習困難に対応した地域単位の学習支援ネットワークの構築」に平成19年に採択された。これは、本研究開発の中で開発した教材や学習支援プログラムを使用して、e-ラーニングにより「読む」「書く」「聞く」「話す」「理解する」「表現する」学習を容易にすることを手がかりに、家庭と学校・療育センターを巻き込んだ地域単位の支援ネットワークを構築することを目的としたものであり、本研究開発における研究開発成果が活用されている。

埼玉県志木市からは、山本教授（本事業における共同研究者）へのスーパーバイザーの委託が続いており、毎年、志木市の12の小学校の校長会において学習困難児に対する教育支援について説明するとともに、各学校で対象児童の心理学的なチェックを行うなど実践している。また、発達障害や不登校の高校生を対象にしてサポート校が設立され、開発した教育技法を用いて学習支援を行うなど一部ではあるものの社会に適用されている。また、実装支援プログラム協力機関である名古屋市発達障害者支援センターでは、支援プログラムを受けることによって、子ども達は学習面だけでなく行動面でも良い効果が得られているとのことである。

事後評価においても指摘されているように、学術的研究としての成果が少ないため、社会或いは教育への応用を考える場合には科学的根拠が十分でない恐れがあり、今後科学的根拠を積み重ねることによって更に発展するのではないかと考える。

2.8 発達障害の遺伝的要因と環境要因の相互作用に関する研究

研究代表者：桃井 真里子（自治医科大学 小児科学教室 小児科学主任教授）

研究開発実施期間：平成15年度～平成18年度

*所属については、追跡調査時のものを記載

2.8.1 研究開発課題の概要

(1) 目的

近年、自閉症など発達障害の発症が増加している傾向がある中で、発症機構の解明は、予防の開発とも直結する重要な課題である。本研究では、羅患者の遺伝子の網羅的解析を行い、自閉症等の発達障害に関連する遺伝子変異がどのような遺伝子群に検出されるかを解明するとともに、臨床診断が困難な知的障害を伴わない自閉症スペクトラム障害と多動性障害の鑑別診断に有効な補助診断法の開発を行うことを目的とした。

(2) 研究体制（共同研究グループ／サブテーマ及びそのリーダー）

研究代表者：桃井真里子（自治医科大学 小児科学教室 小児科学主任教授）

遺伝子研究グループ：発達障害の遺伝子解析

リーダー：桃井真里子（自治医科大学 小児科学教室 小児科学主任教授）

発達障害評価、環境解析グループ：特定集団における発達障害の評価、認知・行動評価と環境要因の後方視的研究

リーダー：小枝達也（鳥取大学 教授）

疫学研究グループ：研究の疫学的方法論、研究デザインの作成、統計処理方法論の選択、疫学データ解析

リーダー：中村好一（自治医科大学 教授）

(3) 主な研究開発成果

(i) 本研究では、羅患者から親の同意を得て採取したリンパ球を用いて、染色体7q31-q34領域に局在する遺伝子群と脳に発現し機能的に発達障害の原因と推定される遺伝子群を対象にして、遺伝子の網羅的な変異スクリーニングを行った。

a) 自閉症の遺伝的要因の解析においては、下記が示された

- ・ 自閉症とメチル化部位結合活性を持つタンパクをコードする遺伝子との関連
- ・ 自閉症と言語遺伝子 FOXP2 との関連性
- ・ 自閉症と神経機能に関与する WNT シグナルとの関連
- ・ 自閉症と神経細胞膜上のGタンパク共役型受容体群（G-protein-coupled receptor）遺伝子との関連

b) 発達障害評価および環境要因の解析においては、鳥取県の5歳児検診結果から、AD/HD や LD および言語発達の良い PDD（広汎性発達障害児）などの軽度発達障害の発見に5歳児検診が有用であることが明らかになった。また、先行研究で開発した比喻・

皮肉文テスト（metaphor and sarcasm scenario test; MSST）を用いて試験した結果、MSST が AS 群の鑑別に有用であることが明らかになった。また、dyslexia の読字能力を特定する指標を抽出し、基本的な障害特性に着目することによって dyslexia の確実な診断が可能になることが示唆された。

2.8.2 研究開発成果の発展・活用状況

成果が、社会実験等を通じて発展するとともに社会に活用され、貢献が認められており、十分な研究開発成果の発展活用があると評価する。

鳥取県では、平成16年度以降は県が5歳児検診体制整備事業として支援態勢を取っており、県内の全ての市町村で実施されている。これらの成果が新聞や小児科学会等で取り上げられ、現在では全国的な広がりを見せている。これまで北海道、青森県、東京都、石川県、静岡県、岐阜県、香川県、栃木県、山口県、福岡県などから5歳児検診の取り組み状況や方法について問い合わせがきており、本事業における共同研究者である小枝教授も時間が許す限り講演や資料依頼に対応しており、学会誌等を通して5歳児検診の重要性について啓蒙を行っている。本研究の成果において、知的な遅れが明らかでない軽度発達障害の発見に5歳児検診が有用であることを明らかにしたことから、鳥取県では全県的な取り組みに発展している。また他の都道府県など全国的にも展開しており、成果が十分発展・活用していると評価できる。

自閉症関連遺伝子スクリーニングの継続研究としては、自閉症と神経細胞のシナプス機能蛋白遺伝子 CADM1 との関連性解明や自閉症と言語遺伝子 FOXP2 との関連性解明などの成果は得られているものの、遺伝子研究と発達障害評価の研究が直接には関連していないものと思われ、遺伝子レベルで発症機構が解明されれば、予防や支援策に大きな貢献が期待できると評価される。

また、本研究の中で開発された dyslexia 児の読字能力を特定する読字診断検査については、その後さらに厚生労働省の読字障害の2つの研究補助金を受けて、dyslexia の診断と治療教育の研究を推進する目的で小枝教授の研究室にホームページが開設されている。このサイトにユーザー登録すると、e-ラーニングにより dyslexia の概要と平仮名音読指導法がマスターできるとともに、希望すれば実際に指導を受けることもできるようになっている。また、読字診断検査のダウンロードや指導効果の検証もできるようになっている。このように dyslexia 児の読字能力診断検査法、及び e-ラーニングにより平仮名音読指導法をマスターできるサイトを開設公開するなど研究成果が活用されている点も高く評価できる。

なお、研究開発期間終了後も研究代表者が3件、共同研究者が6件もの科研費等の助成を獲得して研究活動を進めており、英文論文・会議録等27件、和文論文・会議録等67件、書籍・報告書等4件が発表されており、新聞報道等においても27件が取り上げられた。

本研究開発は、自閉症や発達障害の発症機構の解明に着手した意欲的な研究である。着実な成果が期待できる研究として将来の発展可能性にも期待がもてる。

2.8.3 科学技術的、社会的及び経済的な効果・効用、波及効果

効果・効用もしくは波及効果と考えられる第三者または社会に対する影響が認められ、一定の効果・効用もしくは波及効果をもたらされていると評価する。

鳥取県での5歳児検診の取り組みによる成果が新聞や小児科学会等で取り上げられ、現在では北海道、青森県、東京都、石川県、静岡県、岐阜県、香川県、栃木県、山口県、福岡県など全国的な広がりを見せていることから、波及効果としては十分であると評価できる。

また、本研究の成果であるPDD（広汎性発達障害）の子どものうちアスペルガー障害児と注意欠陥／多動性障害児（ADHD）の鑑別に有用な比喩・皮肉文テスト（MSST）については、その後厚生労働省のAD／HD研究班において音声読み上げのCD-ROMを作成し、10ヶ所の共同研究者に配布するに至ったとのことであり、dyslexiaの検査も含め、応用可能な成果が得られており、今後の波及に十分期待できる。

自閉症等発達障害については臨床的研究、実験発達心理学的研究もきわめて盛んであり、それらとの連携や知見の交換を行うことで、今後更なる研究の発展が期待できるとの指摘があった。

2.8.4 総合評価

追跡調査時点における研究開発成果の発展状況や活用状況、科学技術的・社会的及び経済的な効果・効用、波及効果を総合的に判断し、十分な研究開発成果の発展・活用があると評価する。

鳥取県では、平成16年度以降は県が5歳児検診体制整備事業として支援態勢を取っており、県内の全ての市町村で実施されている。これらの成果が新聞や小児科学会等で取り上げられ、現在では全国的な広がりを見せている。これまで北海道、青森県、東京都、石川県、静岡県、岐阜県、香川県、栃木県、山口県、福岡県などから5歳児検診の取り組み状況や方法について問い合わせがきており、本事業における共同研究者である小枝教授も時間が許す限り講演や資料依頼に対応しており、学会誌等を通して5歳児検診の重要性について啓蒙を行っている。本研究の成果において、知的な遅れが明らかでない軽度発達障害の発見に5歳児検診が有用であることを明らかにしたことから、鳥取県では全県的な取り組みに発展しているとともに、他の都道府県など全国的にも展開しており、成果が十分発展・活用していると評価できる。

また、本研究開発の成果であるPDD（広汎性発達障害）の子どものうちアスペルガー障害児と注意欠陥／多動性障害児（ADHD）の鑑別に有用な比喩・皮肉文テスト（MSST）については、その後厚生労働省のAD／HD研究班において音声読み上げのCD-ROMを作成し、10ヶ所の共同研究者に配布するに至ったとのことであり、dyslexiaの検査も含め、応用可能な成果が得られており、今後の波及に十分期待できる。

3. 追跡評価を踏まえた総合的見解・まとめ

ここでは、領域それぞれ課題全体を俯瞰した際に、領域設定に関する課題や各課題設定の考え方、成果の状況などについて、本評価委員会を通じて委員からのコメントを整理したものである。

3.1 「脳科学と社会」研究開発領域 脳科学と教育（タイプⅠ）の課題全体に対する見解

本研究開発領域は、「脳科学と社会」という研究開発領域における「脳科学と教育」という脳科学と教育、脳科学と社会というこれまで接点のなかった分野を結び付けた領域設定となっている。つまり、脳科学から行動心理学、更には教育までを双方向から意識し、繋げて物事を考えていくことが求められた画期的な領域設定である。

今回追跡評価を行った平成13年度～15年度に採択された8課題については、領域が設定されてすぐのものでもあったため、上記のような脳科学から教育を意識する、またはその逆に教育から脳科学を意識するという観点においては、全体的に脳研究と教育・行動が乖離している部分が多い結果となってしまったように見受けられる。その要因としては、テーマが壮大である反面、さまざまな研究者が入ってくる幅広い領域設定となり漠然としてしまったことがその理由の一端ではないかと推測される。

また、脳研究と教育・行動が乖離している最大の要因の一つとしては、研究開発期間として3年という年限が切られていることも挙げられる。ある決められた事象に対する脳のメカニズムの解明だけを対象にするならば、研究開発期間3年で十分かも知れないが、教育にまで繋げるといふことを考えると、3年では短く、せめて5年あれば脳研究と教育が繋がったような成果が出たかも知れない課題もあるように見受けられた。本研究開発領域のように脳研究と教育をつなげた成果を出していくためには、3年という期間が妥当なのかどうかは検討の余地があるのではないかと。

全体としての大きな課題としては、各研究課題を進めていく上で脳と教育、脳と行動の関係まで十分意識できていなかったこと、また、倫理問題が十分に考えられていなかったことが挙げられる。倫理問題という点においては、領域設定当初は十分に議論されていなかったが、期間中に議論されるようになった。その過程において、健全な児童の教育に脳科学を適用することに危険な一面があるのではないかと懸念が生まれたものの、結果としては、採択された課題は障害を対象としたテーマが多く、本研究開発のためには良かったのではないだろうか。また、問題をより明確にすることにも繋がったと思われる。

海外では行動科学と脳科学を結び付けるような領域がある。これは正式な科学として考えられており、科学的な検証が行われている。しかし、社会、教育、脳科学という繋がりを考えると、科学的な根拠をもって十分に説明しきれないような面も出てくると思われる。そういう意味では、領域の設定の仕方についても考える必要があるのかもしれない。「脳科学と教育」といった茫漠としたテーマではなく、より焦点を絞った問題設定が必要だと思われる。

検討経緯

1. 追跡調査の実施

平成13年度採択課題については、平成19年度～20年度（平成20年3月1日～平成20年10月31日）に追跡調査を実施。

追跡調査実施課題

「前頭前野機能の発達・改善システムの研究開発」

「人間のコミュニケーション機能発達過程の研究」

「神経回路の発達から見た育児と教育の臨界年齢」

平成14年度採択課題については、平成20年度～21年度（平成20年11月1日～平成21年9月30日）に追跡調査を実施。

追跡調査実施課題

「知的学習の成立と評価に関する脳イメージング研究」

「学習機構の生後発達の分子基盤の解明とその応用」

「学習・記憶・認知・意欲機能の基盤と不登校」

平成15年度採択課題については、平成21年度（平成21年9月1日～平成22年3月31日）に追跡調査を実施。

追跡調査実施課題

「学習困難の脳内機序の解明と教育支援プログラムの開発・評価」

「発達障害の遺伝的要因と環境要因の相互作用に関する研究」

2. 追跡評価委員会の実施

「脳科学と社会」研究開発領域「脳科学と教育（タイプI）」研究課題（平成13～15採択8課題）

追跡評価委員会 第1回

平成22年10月25日

議事：1. 追跡評価の方針、進め方について

議事：2. 個別課題の概要と成果について

「脳科学と社会」研究開発領域「脳科学と教育（タイプI）」研究課題（平成13～15採択8課題）

追跡評価委員会 第2回

平成22年12月6日

議事：1. 評価結果のとりまとめの方針、進め方について

議事：2. 個別課題の評価結果と評価コメントについて

議事：3. 総合討論