

戦略的創造研究推進事業（社会技術研究開発）

平成 16 年度採択研究開発課題

「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)

追跡評価報告書

平成 24 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.....	4
2.1 顔認知のメカニズム：その機能発達と学習効果の解明.....	4
2.2 音声言語知覚機構の解明と英語教育法への展開.....	8
2.3 非言語的母子間コミュニケーションの非侵襲的解析.....	11

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「戦略的創造研究推進事業（社会技術研究開発）に係る課題評価の方法等に関する達」（平成 23 年 5 月 25 日 平成 22 年達第 115 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 16 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 16 年度に開始された研究開発課題の追跡調査については、平成 23 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 16 年度	顔認知のメカニズム：その機能発達と学習効果の解明	柿木隆介（自然科学研究機構 生理学研究所 統合生理研究系 教授 研究主幹）
平成 16 年度	音声言語知覚機構の解明と英語教育法への展開	小山幸子（平成 20 年 12 月 30 日 北海道大学退職）
平成 16 年度	非言語的母子間コミュニケーションの非侵襲的解析	篠原 一之（長崎大学・大学院 医歯薬学総合研究科・神経機能学 教授）

*所属については、追跡調査時のものを記載

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」の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された。

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	所属・役職
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 副センター長
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	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 精神疾患動態研究チーム チームリーダー
委員	小嶋 祥三	慶應義塾大学文学部 元教授

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16年度に開始された研究開発課題の追跡調査は、終了後3年が経過した平成23年度に実施した。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。

- (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、研究開発終了以降の事業での研究に関連する内容の発展状況、研究の社会・経済的な効果・効用・波及効果について、共同研究者への聞き取り調査もしくは、書面調査を実施。

- (5) 社会の関与者への聞き取り調査

評価対象課題について、研究成果が社会・経済的に及ぼした効果・効用や波及効果について、社会側の関与者数名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

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、「戦略的創造研究推進事業（社会技術研究開発）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 顔認知のメカニズム：その機能発達と学習効果の解明

研究代表者：柿木隆介（自然科学研究機構 生理学研究所 統合生理研究系
教授 研究主幹）

研究開発実施期間：平成 16 年度～平成 19 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

「顔認知機能」の障害は社会生活に歪みをきたすだけでなく、教育現場においても様々な問題を生じている可能性がある。本研究の目的は、脳波、脳磁図、fMRI、NIRS といった非侵襲的 Neuroimaging 手法を用い、その専門家と乳幼児心理学の専門家が協力して、人間における顔認知に関する発達学習過程を明らかにすることである。さらに研究成果を教育現場に還元することが最終的な目標である。

(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 柿木隆介 自然科学研究機構 生理学研究所・感覚運動調節研究部門

-柿木隆介グループ

研究内容：脳波と脳磁図を用いた学童および成人の顔認知機構の解明とその発達過程の研究を担当

-定藤規弘グループ 自然科学研究機構 生理学研究所 心理生理学研究部門

研究内容：fMRI による健常成人の顔認知研究を担当

-飯高哲也グループ 名古屋大学大学院医学系研究科 細胞情報医学専攻

研究内容：fMRI による健常成人の顔認知研究を担当

-加我牧子グループ 国立精神・神経センター精神保健研究所

研究内容：脳波を用いた発達障害児の顔認知研究を担当

-中村みほグループ 愛知県心身障害者コロニー発達障害研究所

研究内容：脳波と脳磁図を用いた Williams 症候群における顔認知研究を担当

-宝珠山稔グループ 名古屋大学医学部保健学科

研究内容：脳波と脳磁図による健常成人の顔認知研究を担当

-長谷川寿一グループ 東京大学大学院総合文化研究科

研究内容：脳波を用いた自閉症児の顔認知研究を担当

-山口真美グループ 中央大学 文学部

(3) 主な研究成果

- (i) 乳児の顔認知について NIRS を用い、正立顔と倒立顔（逆さ顔）の処理を比較するため、生後 5-8 ヶ月の乳児 10 名を対象として左右側頭部位での脳血流変化を計測した。その結果、正立顔の観察中には、顔以外（野菜）の対象物の観察中と比べ、右側頭部位の酸素化ヘモグロビン量と総ヘモグロビン量が増加した。一方で、このような変化は倒立顔観察中、および左側頭部位には生じなかったことより、乳児が正立顔だけを「顔」と認識していること、さらには顔認知には左半球よりも右半球がより重要な役割を果たすことが明らかになった。また、これまで心理実験しか出来なかった乳児の顔認知機能について、5 カ月でも顔を認知していること、横顔は 8 カ月にならないと認知できないことなどを NIRS を用いて客観的に証明した。
- (ii) 6 歳から 15 歳の児童・生徒計 148 名を対象とした顔認知機能発達の経時的変化の解明を目的として、3 年間にわたって視覚誘発電位の測定検査を行った。その結果、年齢が上がるにつれ陰性電位（N170 成分）の潜時は次第に短縮していくが、その振幅の変化は一定ではないことがわかった。6 歳から 10 歳の間に、顔情報処理様式に大きな変化があることが示唆され、12 歳以降はほぼ成人と同様のパターンを示すという結果も得られた。
- (iii) 遺伝的に近い異なる人種間の顔の表情認知課題遂行中の脳活動を調べた結果、馴染みの少ない顔に対して扁桃体が高い活動を示すという可能性が示唆された。また、日本人被験者が笑顔や恐怖顔を見ている時の脳活動を fMRI を用いて調べたところ、同じ日本人の顔を見ている時には、他の人種の顔を見ている時よりも、扁桃体が強く賦活された。これらの結果から、顔表情刺激に対する扁桃体反応の遺伝的差異及び、馴染みの少ない顔・表情に対する反応の文化差が示唆された。
- (iv) 近年、自閉症における顔認知の特異性が指摘されている。この特異性を事象関連電位（ERP）で捉える研究に先立って、健常成人と定常発達児群を比較して、顔の知覚にかかわる ERP の定型発達における傾向を検討した。その結果、顔の自他識別や既知性と関連する成分が示唆され、また、自他識別にかかわる脳機能に年齢による変化があることが確認された。
また、視覚障害を有する Williams 症候群患者について、顔の倒立効果の有無を事象関連電位および脳磁図によって検討した。その結果、倒立効果を示す例、同年齢の定型発達児との差を認めない例があることが明らかとなった。また、倒立効果の有無と 3 次元図形の模写との関連が示唆されたため、今後、視空間認知能力の発達との関連についての検討が必要と考えられる。

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。

本プロジェクトでは、顔認知という新たな領域に取り組み、論文としての成果も多く発表された。さらに、本プロジェクトの研究代表者が中心となり、平成 20 年度から文部科学省科学研究費補助金新学術領域「学際的研究による顔認知メカニズムの解明」がスタートしたことからも判断されるように、本プロジェクトは学術的にも大きな発展がみられる。

プロジェクト後の新たな研究成果としては、顔認知機構発達の検証、自閉症や Williams 症候群といった障害における顔認知機構の解明、表情認知における脳内反応の解明など、多岐にわたる研究が継続的に行われているが、特に乳児の顔認知の発達についての研究が目覚ましい。顔を学習する時期の乳児を対象とした顔認知の発達の研究については、乳児用に近年開発された NIRS を活用し、顔処理で活動する脳部位の活動の計測が行われるなど、その後も精力的な研究が継続されているが、NIRS を用いた乳児の研究は世界でもまだ少なく、新たな発見は国内外の新聞記事や雑誌等でも大きく報道されている。

上述の文部科学省科学研究費補助金新学術領域における研究では、脳科学を中心として心理学、基礎医学、臨床医学、情報学、工学などを結集した学際的研究に進展したことは、学術研究の一つのあり方を示した点でも、効果があったといえる。たとえば、工学や基礎医学の研究との連携による相乗効果など、脳科学だけでは検証が困難であった課題に対してのアプローチが可能になっている。今後、このような学際的研究の進展によって更なる成果が期待される。

また、臨床との連携についても研究の展開がみられる。本調査研究終了後の平成 20～22 年度に、厚生労働科学研究費補助金にて、本研究の共同研究者である国立精神・神経医療研究センター 稲垣真澄氏が「小児行動の二次元尺度化に基づく発達支援策の有効性定量評価に関する研究」を研究代表者として実施するなど、臨床現場での活用が進んでいる。自閉症など障害機構の解明は、脳科学と教育という研究開発領域において極めて重要なテーマであり、発達障害の専門家とともに研究に取り組むことは、障害者・障害児への実際的な支援への展開が見込まれるなど、社会への波及効果も期待できる点で好ましい展開であるといえる。

なお、本プロジェクト終了後に多くの学生が研究職を得るなどの成果もあったことから、若手研究者の育成にも寄与したことも高く評価される。また、プロジェクト終了後も研究代表者が 2 件、共同研究者が 30 件の科研費等のグラントを獲得して研究活動を進めており、英文論文・会議録等 30 件、和文論文・会議録等 30 件、書籍・報告書等 27 件が発表されており、新聞報道等においても 30 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。

前項にて述べたように、本プロジェクトの成果を基に厚生労働科学研究費補助金による研究が進められており、自閉症児・者の顔認知における脳機能障害の一部が解明されたことを基として、自閉症児に対して顔を媒体としたコミュニケーション方法のトレーニング（ソーシャルスキルト

レーニング ; SST) が実施されている。その結果、SST による介入後にはコミュニケーション行動の生起頻度の上昇等のコミュニケーションスキルの向上が解析によって明らかにされるなどの臨床的効果を確認するとともに、脳機能解析結果からは他者認知における脳の学習プロセスの可視化に成功している。このような研究の蓄積により、今後、客観的な定量評価法が確立され、治療的介入による般化予測資料としての活用が見込まれているが、それがすなわち臨床の場における障害者・障害児支援の一助となることから、期待が大きいものである。

ただし、本プロジェクト全体からみると、社会への波及効果が現れている分野は一部分に留まっており、大半は基礎的な研究が多いので、研究成果の社会への波及に関しては更なる発展の余地がある。今後、学際的な研究が進展する中で、新たな知見や技術によって教育という点への寄与が認められることが期待される。

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。本プロジェクトについては、全体として、成果とその発展性の両面において十分な評価に値するものである。特に、研究期間終了後も研究開発活動が進展しており、論文として多くの成果が発表されるとともに、新聞報道等においても少なからぬ成果が記事として取り上げられるなど、研究の社会に対する波及効果も大きい。また、文部科学省科学研究費補助金や厚生労働科学研究費補助金を得て、脳科学の成果を基に、心理学、基礎医学、臨床医学、情報学、工学等の他分野との共同研究が盛んに行われ、新たな研究成果が続々と発表されていることも大きく評価に値するものである。

その一方で、上記のような研究が基礎研究を中心としている点については、まだ今後の発展の余地がみられる。たとえば、自閉症などの障害についても、行動データ（自閉症児の顔認知を含む社会的認知に問題があることを示す）と脳波のデータ（顔刺激に対する事象関連電位が定型発達児と自閉症児で異なる）が整合することを示すだけではなく、障害の行動的指標を見つけにくい乳幼児期において、脳の指標を自閉症児の早期発見に利用することの可能性等についても積極的な研究が必要とされる。そのような研究が進展し、教育面における何らかの効果的な支援策が講じられることによって、脳科学の成果が社会技術としての「脳科学と教育」の重要な成果になりうるだろう。

2.2 音声言語知覚機構の解明と英語教育法への展開

研究代表者：小山 幸子（平成 20 年 12 月 30 日 北海道大学退職）

研究開発実施期間：平成 16 年度～平成 19 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

外国語の習得には臨界期があり、ある発達段階を越えると学習が非常に困難になると四半世紀以上にわたって考えられてきた。ところが、最近になって臨界期が想定されていたほど固定的なものではないという知見が蓄積され、感受性期という言葉のほうがより適切であるという議論がされている。本プロジェクトでは言語の獲得に関する機能について発達の検討を行い、得られた知見から、現在、文部科学省で進められている小学校英語のカリキュラムへ提言を行うことを目標とした。

特に、外国語獲得に必要な諸機能を検討することとし、聞く機能について、音の強弱信号処理の発達、および連続音声（談話）理解の評価法の検討を行った。また、話す機能（聴覚音声フィードバック）について、ピッチ制御および聴覚音声フィードバック遮断の効果（Lombard 効果）ならびに自己音声知覚の検討を行った。

(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：小山 幸子（北海道大学電子科学研究所 准教授）

- 発声聴覚機能検討グループ：発声および聴覚フィードバック機構の検討を担当

代表 小山幸子（北海道大学電子科学研究所）

実施機関：北海道大学電子科学研究所、国立精神・神経センター精神保健研究所知的障害部、東京大学文学部、青山学院大学情報科学研究センター

- 児童脳波計測グループ：小学生児童および大学生を対象とした脳波計測を担当

代表 松本秀彦（作新大学人間文化学部）

- データ解析グループ：脳波データの解析法の高度化を担当

代表 竹市博臣（理化学研究所脳科学総合研究センター）

実施機関：理化学研究所脳科学総合研究センター、豊橋技術科学大学未来ビーグルリサーチセンター、玉川大学学術研究所

- 英語教育への提言作成グループ：英語教育への提言を担当

代表 沖原勝昭（神戸大学）

実施機関：神戸大学、北海道大学電子科学研究所、北海道東海大学、神戸松蔭女子学院大学文学部

(3) 主な研究成果

(i) 音圧変化に対する脳活動の発達の検討：無音部に対する誘発脳波、脳磁場の検討

- ・「短時間無音部の処理に関する発達の検討—ERP を指標として—」

成人・児童を対象に音圧の減少、あるいは連続した音声の中に含まれる無音部（時間的ギャップ）に対する誘発脳電位、および脳磁場を検討した。時間的ギャップに対する脳波計測の波形パターンは、年齢が上がるにつれてトーン条件に対する波形パターンよりも明瞭な発達の変化を示したことから、トーン条件とギャップ条件の誘発電位に発達段階毎の大きな違いがあることが分かった。

- ・ナイーブベイズ法を用いた gap 誘発脳波データの分析（心理物理実験）

パターン認識の方法であるナイーブベイズ法をギャップ検出脳波データの判別に適用し、脳波パターンの発達的な変化を数量化する手法を開発した。

(ii) 音声聴覚フィードバックの発達の検討

- ・聴覚音声フィードバックの制御機能の発達と神経基盤、発生時脳波計測

フィードバック音声のピッチ（音高）変換に対する反応実験から、言語獲得に不可欠とされる音声聴覚フィードバック機能が、小学生と成人では異なること、構音の発達が終了した年齢以降も発達変化を示すことが明らかになった。さらに、言語発達に障害を伴うことが多い自閉症児では、フィードバック音声の遮断によって自己の音量が無意識に増大するロンバル効果、定型発達児と比較して有意に小さかったため、自己音声への感度が定型発達児より低いと推定される知見が得られた。

(iii) 脳波を指標とした新しい談話（連続）理解の評価法の開発

- ・談話処理に関する脳機能計測

文単位の時間的に長い聴覚刺激の理解度を、脳波を用いて評価することを目指した。具体的には、神経信号の検出に適した長さ1分程度のm変調（劣化）を施した談話刺激を用いて、文理解の可否によって脳波が異なることを成人、児童を対象として示した。成人では理解可能な日本語文の順再生と理解不可能な逆再生を聞いた場合に、主として左大脳半球に差が得られたが、児童の場合には成人のような左右大脳半球差は得られなかった。

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継続されているが、社会への貢献は不明であるため、研究開発成果の発展・活用は限定的と評価する。

本プロジェクト終了後に、研究代表者の不在などにより、テーマ全体としての進捗が見られなかったことから、研究期間終了後の展開等を評価することは難しい状況にある。本研究の主題である英語教育法への展開に関しては、活用・発展はほとんどみられないことから、社会への貢献の見込みも薄いと思われる。

ただし、共同研究者らによって、言語獲得の発達に関する研究、音声聴覚フィードバックの発達の検討、談話（連続）理解に関する研究が一定程度進められており、個別ではあるものの各研

究グループが継続研究を展開していることは評価できる。言語獲得の発達に関する研究については、本研究のデータを利用して13～14歳の子供を対象とした脳波測定が行われ本研究で開発した手法の有効性が提示された。また、本研究において蓄積された、小児を対象とした脳波測定やMEG活用のノウハウが活用され、新たな研究へと展開されている。

なお、プロジェクト終了後には、研究代表者が1件、共同研究者が28件の科研費等のグラントを獲得しており、英文論文・会議録等3件、和文論文・会議録等24件、書籍・報告書等6件が発表されている。

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

社会に効果・効用、波及効果をもたらす見通しはきわめて薄い。

本研究開始時には、脳波測定により言語能力判断を実施しうる客観的評価測定方法についての研究が提案された。研究終了後には、研究遂行時の発展的展開として、難易度の異なる日本語文と英語文の音声加工データを用いて脳波測定を行い、その脳波の解析により言語理解の有無を判別しうるということが共同研究者らにより確認されている。これらの解明により、言語能力の程度を客観的に判定する手法の開発が期待される。ただし、現状では共同研究者らを中心に外国語獲得の達成度把握の研究が進められたところであり、未だ十分な進展はみられていない。

したがって、現段階において小学校英語のカリキュラムへ提言を行うという当初の目的に合致する成果は得られておらず、科学技術、また一般社会への貢献や波及効果はほとんどみられない状況である。

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、研究開発成果の発展・活用はほとんど見られないと評価する。

共同研究者らによる個別の研究テーマが進展している点については、一定程度評価できるものの、全体としてテーマを統括する研究代表者が不在であり、本研究への関与が見られないことは残念である。また研究手法についても、目的達成に向けて必ずしも適切な手法が選択されているとは言えない面も見受けられる。以上を鑑みて、最終的な狙いである英語教育法への音声言語知覚メカニズムの適用には、未だ距離があると思われる。研究終了後も継続して研究を進めている共同研究者らの今後の活動と成果に期待したい。

※なお、本課題については、研究代表者の所属大学退職後の所在が不明であり、連絡を取ることが難しかったため、主要な共同研究者の協力のもとに追跡調査報告書を取りまとめ、当該研究開発領域総括である小泉氏の確認を得た。本評価は、作成された追跡調査報告書を元に評価を実施したものである。

2.3 非言語的母子間コミュニケーションの非侵襲的解析

研究代表者：篠原 一之（長崎大学・大学院 医歯薬学総合研究科・神経機能学 教授）

研究開発実施期間：平成 16 年度～平成 19 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

胎児に直接働きかけ、行動を観察することは不可能であるため、母親の情動が胎児に伝わることを仮定し、母親に情動を喚起した後の胎児の行動を観察することによって、胎児の情動を評価する方法を開発することを目標とした。そのために、まず胎児期から乳幼児期にわたる母・子の情動および母・子の関係性の客観的評価法を開発し、母子間コミュニケーションに関与する感覚情報を同定して、母子多元的情動・関係評価システム開発を目指して研究を行うこととした。

(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：篠原 一之（長崎大学・大学院 医歯薬学総合研究科・神経機能学 教授）

本研究プロジェクトではサブグループ制を取らず、篠原研究グループに研究員、研究補助員、大学院生を集中させ、研究テーマを横断的に行き来し実験を遂行した。

(3) 主な研究成果

(i) 表情や泣き声を指標として乳幼児の情動を自動的に評価する手法の開発

乳幼児に喚起させた表情において、識別の出来ない未知画像と各表情の変化画像の距離を計算し平均画像を抽出したところ、高い識別率で情動表出を評価することが出来た。また、泣き声の情動識別の推定を母親と育児経験者につけてもらい解析を行った結果、情動ごとに特異的な特徴を有していることが示された。さらに RSA (副交感神経活動) の指標の変化を分析した結果、乳児の泣き声には 20 kHz 以上の高周波数成分が含まれていることが判明し、高精度な情動自動識別への可能性を示した。

(ii) 母子の行動軌跡を自動測定することにより母子関係性を客観的に評価する手法の開発

母子の行動観察で用いられるストレンジ・シチュエーション法 (SSP) において、超音波三次元測位システムにより位置関係を記録し、母子関係性を客観的に評価する方法を開発した。場面ごとに様々な体勢が出現する母子の行動解析を行うことで、今後、愛着行動のモデル化や分類、母子精神疾患の早期診断が行える発展性が示された。

(iii) 母から子への感覚因子情報の検討、バーチャル母親環境の創出に向けた基礎的知見の蓄積 ・視覚

異なる視線方向（直視-逸らせた視線）と表情（喜び-怒り）を組み合わせた顔の映像を提示した際の乳児の注視点の動きを記録し、視線方向が乳児の表情識別に与える影響を検証した。その結果、他者の表情に対する乳児の感受性は、相手が乳児のほうに視線を向けているか否かに大きく影響を受けることが示された。情動認識には「目を見て話す」アイコンタクトの有効性が示された。

・嗅覚：母乳の匂い成分による痛みストレス軽減作用

新生児のガスリー検査のために行われる踵採血の前後の行動を指標に、生理食塩水、母親の母乳、他児の母親の母乳、人工乳の匂いの痛みストレスに及ぼす影響を調べた結果、母親の母乳の匂いは、他に比べ新生児のストレス反応を軽減した。また、唾液中コルチゾール濃度変化に基づく検証においても、生理食塩水の匂いでは実験前と後で濃度が有意に増加したが、母乳の匂いでは有意な変化が見られなかったことから、母親の母乳成分により痛みストレスが軽減することが示された。

・聴覚：母親の話しかける声（マザリーズ）の音響学的特徴解析と子に及ぼす影響

マザリーズと呼ばれる子に向けられた音声（Infant-Directed speech ;ID）と、成人に向けられた音声（Adult-Directed speech ;AD）で音響学的特徴解析を行った結果、IDではADよりもピッチが増加し、話速が減少することが確認された。また、ピッチと話速のデータをのぞいても、IDとADを識別できることから、ピッチと話速以外の音響学的特徴の差異が存在することが示唆された。乳児がID/ADの識別を行っているかどうかを選考聴取反応により検証したところ、マザリーズを好む傾向が確認出来た。

(iv) 母親に特異的な脳内メカニズムに関する知見

母親と男性、未経産女性に対して、「モノを識別する課題」、「成人の情動を識別する課題」、「乳児の情動を識別する課題」を行い、近赤外分光法（NIRS）により、各課題毎の脳血流中のヘモグロビンの相対的変化量を調べた。その結果、乳児の情動を識別する課題では他の被験者に比べ母親の右の前頭前野の活動に高まりがあったことから、母親を母親たらしめている脳内メカニズムに関する知見を得た。正解率は母親とその他の群に有意な違いがなかったことから能力に関するものではないことも示された。

2.3.2 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。

本研究終了時に学童間のコミュニケーションをテーマとした「子どもの心を育むコミュニケーション学創出」プロジェクトが長崎大学10重点研究課題の一つとして選ばれたことからわかるように、本研究は終了後も十分に発展していると評価される。特に、胎児～乳幼児期の母子の関係性だけでなく、学童期、思春期の子どもとその周囲の人の関係性についても対象を広げて研究活動を実施しており、新たな研究成果が得られていることから研究が更に発展していると評価できる。

また、長崎大学内だけでなく、長崎市等行政とのタイアップなど、研究結果の現場での活用を模索しながら積極的に研究活動及びその成果の普及を図っていることは評価できる。表情、音声による情動評価や母子の行動軌跡による関係性の評価、バーチャル母親環境の創出、母子間の相互作用の脳科学研究など、母子間の非言語的コミュニケーションについて非侵襲的解析法を用いて興味深い知見を提供している点は高く評価される。今後、行動学的手法と組み合わせることで、非言語的コミュニケーションの発生機序が明らかにされることが期待できる。また、幼児、子供に興味に向かう中で、母親だけでなく父親や祖父母といった養育者も研究対象にしていることも評価できる。

一方で、研究代表者を中心に精力的に発展的研究を進め、成果を上げていると評価するが、そのすべてが必ずしも脳科学的な研究とは言えない部分もやや見受けられる。

なお、プロジェクト終了後も研究代表者が5件、共同研究者が38件もの科研費等のグラントを獲得して研究活動を進めており、英文論文・会議録等64件、和文論文・会議録等18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21件が取り上げられた。また、3件の特許出願がなされている。また、本プロジェクト内での研究成果だけでなく、引き続き継続して実施した研究成果をもとにして、3名の助教が博士号を取得しただけでなく、准教授への昇進も見られたことから、この拠点で学術論文が多く生産されただけでなく、若手研究者の輩出にも大きな貢献があったことは高く評価される。また、研究終了時においては論文発表が少なかったが、研究期間終了後、多くの論文が発表されており、研究の継続発展が見られることは高く評価される。

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、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。

長崎市役所では、子育て支援活動として、本プロジェクトが開発した母親などの養育者向けの、泣き声から乳児の情動を認知するプログラムを利用して、母親に対して泣き声識別テストを実施している。また、五島市とは、平成22年6月に締結された「国立大学法人長崎大学と離島地域との連携に関する協定」において、研究代表者が中心となり「ライフサイクル・バイオロジー創成」事業を実施するに至っている。このように長崎市・五島市などの地元自治体等との関係を通して、臨床の場、応用の場を開拓しており、効果等の波及に向けた積極的な努力は高く評価される。

また、長崎大学教育学部では、本プロジェクトの研究成果である情動認知評価法を活用して、中学校教育現場に応用し、発達障害やその一歩手前にあるような生徒を対象に支援をおこなっている。その他、多くの育児・教育現場での展開がみられることから、本プロジェクトは、未だ地域限定的ではあるものの、社会に大きく貢献していると高く評価できる。

また、論文発表の成果は新聞等で大きく取り上げられているだけでなく、本研究で開発された音声情動認知能力プログラムが、他の研究者との共同研究も含めて新たな研究に活用されるなど、多方面に波及効果があった。本研究開発領域テーマである“脳科学と教育”の観点からは、脳科

学の関与があまり高くないように見受けられるのは残念であるものの、医療、教育現場などにおける研究の展開は高く評価できる。

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、十分な研究開発成果の発展・活用があると評価する。

本プロジェクト終了時点では、研究業績がさほど多くは見られなかったものの、プロジェクト終了後に多くの研究業績が創出されており、研究が更に発展していることは高く評価される。

長崎県という地域限定ではあるものの、長崎大学内だけでなく長崎市、五島市の行政、地域医療現場と強く連携しあいながら、研究が更に発展するだけでなく、成果の活用が図られている。“脳科学と教育”という本研究開発領域に合致した内容として、期待された成果を上げたと評価される。

本プロジェクト終了後に実際の医学的な治療や教育的な手法に通じるものを開発しつつあることは非常に高く評価できるが、更なる医学的な治療や教育的な手法の開発・応用にあたっては誤解を生じないよう慎重な態度で進めていくことが重要である。

検討経緯

1. 追跡調査の実施

平成 16 年度採択課題については、平成 23 年度に追跡調査を実施。

追跡調査実施課題

「顔認知のメカニズム：その機能発達と学習効果の解明」

「音声言語知覚機構の解明と英語教育法への展開」

「非言語的母子間コミュニケーションの非侵襲的解析」

2. 追跡調査・評価検討委員会の実施

「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 16 採択 3 課題） **追跡調査・評価検討委員会**

平成 23 年 6 月 13 日

議事：1. 追跡調査・追跡評価の進め方について

議事：2. 各研究開発課題の追跡調査方法等について

3. 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 16 採択 3 課題） **追跡評価委員会 第 1 回**

平成 23 年 9 月 27 日

議事：1. 個別課題の追跡調査結果報告、それぞれの評価ポイントなど

「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 16 採択 3 課題） **追跡評価委員会 第 2 回**

平成 23 年 11 月 22 日

議事：1. 個別課題の評価結果と評価コメントについて