

平成 22 年 3 月 30 日現在

研究種目：基盤研究（B）
 研究期間：2006～2008
 課題番号：18300090
 研究課題名（和文） 乳児における皮質機能の発達モデル：早産児における画像診断と知覚検査の関連を用いて
 研究課題名（英文） Cortical developmental model during infancy
 研究代表者
 山口 真美（MASAMI K YAMAGUCHI）
 中央大学・文学部・教授
 研究者番号：50282257

研究成果の概要：

本研究では、まず、乳児の知覚実験および脳活動の計測から、脳機能発達に関する多くの基礎的データを蓄積した。このデータに基づき、本研究の目的である、脳機能に障害をもつ可能性のある早産児に対し、後の脳機能の発達を予測する発達健診プログラムのプロトタイプを作成できた。さらに、この健診の幼児・子供への拡大を検討するにまで至った。このため、本研究課題は1年繰り上げて終了し、新たな研究課題において、幼児・子供の検診に必要な、より高次の視覚認知機能を解明する研究を行なう。

交付額

(金額単位：円)

	直接経費	間接経費	合計
2006年度	5,300,000	0	5,300,000
2007年度	5,600,000	1,680,000	7,280,000
2008年度	2,100,000	630,000	2,730,000
年度			
年度			
総計	13,000,000	2,310,000	15,310,000

研究分野：総合領域

科研費の分科・細目：認知科学

キーワード：脳認知科学

1. 研究開始当初の背景

乳児期の脳皮質の機能は、生後8ヶ月でほぼ完成する。この皮質機能の発達には「視覚部位」の発達も密接にかかわっているため、視覚機能を調べることによって乳児の脳皮質の機能化の程度を調べることが可能である。例えば、生後3ヶ月は皮質下から皮質へと機能が置き換わる時期であり、この発達は、皮質・皮質下の働きに基づく二種の動き（耳側への動きの情報は皮質下へ、鼻側への動きの情報は皮質に入力される）に対する眼球運動（OKN・視運動性眼振）によって計

測できる。乳児を対象としたMRI画像診断は、麻酔下で行うため負担も大きく、頻繁に行えるものではない。そうした中で補助的にも、知覚機能の検査から乳児の皮質発達が伺い知れるのであれば、医療面への貢献は非常に大きい。

知覚検査を用いて乳児の皮質の発達を検討する研究分野は、オックスフォード大学のBraddick教授、ロンドン大学のAtkinson教授が先鞭を切っている。彼らは、ケンブリッジ・ロンドン・オックスフォードにおいて乳児期の視覚発達とその後の認知発達を検討

するスクリーニングを行い、ロンドンのハンマースミス病院とイタリアのピサの病院などで小児科医と共同で先天的に脳に障害のある乳児を対象とした研究も行っている。Atkinson 教授らの知覚検査の主たる点は、皮質の発達を脳波（視覚誘発電位）を用い、方位（線分の傾き）への感受性が方向（運動方向）への感受性よりも早く発達することをもとにした検査を設定し、持ち歩きのできる簡易テストバッテリーを開発した点にある。

2. 研究の目的

本研究は、脳機能発達に関する基礎的データをもとに、後の脳機能の発達を予測する「知覚検査セット」を作成することを目的とした。

本研究は、Atkinson 教授らの知見に基づき、知覚検査をより高次の認識機能を含めた内容へと発展させ、PCを用いた簡易なプログラムの作成することに特徴がある。とくに近年問題となっている「社会的な認知能力」の欠如も視点に入れていることが最大の特徴である。「社会的認知機能を含めた、知覚を統合する高次の皮質に基づく能力の発達」に関する検査を、PCを用いた簡易な設備状況で30分以内に試行できることを目標として作成する。簡易な設備で短時間の検査であれば、後々医療現場へ普及することも可能であると考えられるためである。

本研究のもうひとつの特徴として、最新の脳画像技術を利用している点がある。近年新たに開発された、脳を計測する機械である、近赤外分光法（NIRS）を健常乳児の脳機能の発達を調べるため、行動実験の補助として利用する。

日本の医療現場における乳児を対象とした簡易な脳検査（視覚誘発電位などを利用したものなど）は近年国内外で乳児の脳科学が発展してきたにもかかわらず、ほとんど手つかずの状態である。さらに先に説明したように、海外における知覚検査も主に生後3ヶ月レベルの非常に初期的な皮質領域の発達検査にとどまっている。これに対して本研究は、より高次の知覚機能を対象としていること、さらに昨今話題とされる社会的認知能力の検査も含めたことから、知的な発達遅滞だけではなく社会的な能力が欠如する乳児を対象とした検査に発展する可能性も含んでいる。

3. 研究の方法

本研究では、京都大学霊長類研究所と、乳児を対象とした知覚認知発達についての技術をもつ中央大学文学部と共同で、脳機能発達に関する基礎的データを蓄積し、「大脳皮質の機能的発達を予測する知覚認知検査セット」を作成する。特に、脳機能に障害をも

つ可能性のある早産児でも検査に耐えうる時間内で行えること、医療現場でも使用可能なPCを用いた簡易な設備状況でも実施できることを目標とする。このため、作成した検査セットは、外部の医療機関と協力し、実際に使用可能かをテストしてもらい、フィードバックを受けて改善する。

目標である知覚検査の項目作成の基となる、乳児の顔認知・形状知覚・運動知覚・奥行き知覚・色知覚、というさまざまな領域にわたる、生後2ヶ月～8ヶ月の発達過程は、中央大学において、研究代表者を中心に、乳児を対象とした行動実験および脳活動計測により検討した。

運動視実験の立案とデータ分析は連携研究者の金沢准教授が行ない、脳活動計測は京都大学霊長類研究所および連携研究者の友永准教授の協力を受けて行ない、脳活動のデータ分析は連携研究者の緑川准教授が行なった。また、2006年度における東北大学医学部での検査実施確認のための予備実験は太田医師が行った。

4. 研究成果

2006年度は、乳児が検査に耐えうる時間内で行うことのできる知覚認知検査セットの作成と、東北大学医学部で実験設備の確認のための予備実験を行った。中央大学においては、生後2ヶ月～8ヶ月の健常乳児を対象とし、検査項目の妥当性を検討するための実験を行った。知覚検査項目作成に関する実験の結果から、3ヶ月児では回転運動とランダム運動の識別が可能であること、5ヶ月児は隠された形を知覚できること、7ヶ月児は異なる角度からの様々な向きの顔を、滑らかな回転運動でのみ学習でき、その後これまでに見たことのない向きでも顔を識別することが可能であることが示された。さらに、近赤外分光法（NIRS）を用いて、乳児の脳血流を測定する実験を行なった。その結果、顔に対する反応が右半球で強く出ることが示された。この成果は NeuroImage 誌に採択され、世界で初めて乳児の顔知覚時の脳活測定に成功したものとして大きな反響を呼んだ。研究成果は、その他にも Perception などの学術雑誌に採択され、また、VSS、ECVP といった海外学会を含むいくつかの学会で発表された。

2007年度では、さらに知覚検査の精度を上げるため、中央大学において、生後2ヶ月～8ヶ月の健常乳児を対象とし、検査項目のチェック作業および近赤外分光法（NIRS）を用いた脳活動測定実験を行なった。研究成果は Human Brain Mapping や Perception などの学術雑誌に採択され、また、VSS、ECVP といった海外学会を含むいくつかの学会で発表された。これらの研究成果をもとに、早

産児が検査に耐えうる時間内で行うことのできる「大脳皮質の機能的発達を予測する知覚認知検査セット」のプロトタイプを作成した。作成したプロトタイプを用いて、東京女子医科大学小西行郎教授の協力のもと帝京大学医学部・獨協大学病院などにおいて健常乳児を対象に、実際に検査にかかる時間を調べ、また、検査経験のない一般の保健機関などでも検査可能かどうか検査手続きの確認を行なった。

2008年度においては、引き続き、検査の精度を上げるため、中央大学において生後2ヶ月～8ヶ月の健常乳児を対象とし、検査項目のチェック作業および近赤外分光法(NIRS)を用いた脳活動測定実験を行なった。さらに、知覚認知検査の対象を幼児・子供まで拡大させることを検討した。さらに、これまでの研究成果をもとに作成した知覚認知検査のプロトタイプを用い、5～11歳の脳機能に障害をもつ可能性のある幼児・子供と、同年齢の健常児を対象として、実際に検査を行なった。脳機能に障害をもつ可能性のある幼児・子供の検査においては、埼玉県内の療育施設・獨協医科大学・帝京大学医学部・香川大学医学部などの外部施設の協力を得た。研究成果はChild Development や Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance などの学術雑誌に採択され、また、VSS や Psychonomic Society Annual Meeting といった海外学会を含むいくつかの学会で発表された。

上記のように、2008年度末の時点で、近赤外分光法(NIRS)を用いた研究成果に基づく、「大脳皮質の機能的発達を予測する知覚認知検査セット」のプロトタイプを作成することができ、本研究課題の当初の計画は達成されたと言える。そして、研究成果から、幼児期における「社会的認知機能を含めた、知覚を統合する高次な皮質に基づく能力の発達」を予測する検査の作成には、注意に関する能力および運動能力とを統合する高次な機能を用いたプログラムが望ましいことが判明した。そのため、同じ研究代表者により、高次な視覚認知機能を解明する研究を科研費の基盤研究Aで申請し、採択された(研究課題名「乳児における能動的な知覚認知機能の解明」、課題番号21243041)。このため、本研究課題は1年繰り上げて終了とし、2009年度からは、新たな研究課題において、連携研究機関を広げ、必要とされるより高次な視覚認知機能を解明する研究を行なう。

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 41 件)

①Shirai, N., Birtles, D., Wattam-Bell, J., Yamaguchi, M.K., Kanazawa, S., Atkinson, J., & Braddick, O. (2009). Asymmetrical cortical processing of radial expansion/contraction in infants and adults. *Developmental Science*, 12(6), 946-955. 査読有.

②Otsuka, Y., Konishi, Y., Kanazawa, S., Yamaguchi, M.K., Abdi, H. & O'Toole A.J. (2009). The recognition of moving and static faces by young infants. *Child Development*, 80(4), 1259-1271. 査読有.

③Nakato, E., Otsuka, Y., Kanazawa, S., Yamaguchi, M.K., Watanabe, S., Kakigi, R. (2009). When do infants differentiate profile face from frontal face? A near-infrared spectroscopic study. *Human Brain Mapping*, 30(2), 462-472. 査読有.

④Otsuka, Y., Konishi, Y., Kanazawa, S., & Yamaguchi, M.K. (2009). The effect of occlusion on motion integration in infants. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, 35(1), 72-82. 査読有.

⑤Midorikawa, A., Nakamura, K., Nagao, T., & Kawamura, M. (2008). Residual Perception of Moving Objects: Dissociation of Moving and Static Objects in a Case of Posterior Cortical Atrophy. *European Neurology*, 59(3-4), 152-158. 査読有.

⑥Tomonaga, M., Imura, T., Mizuno, Y., & Tanaka, M. (2007). Gravity bias in young and adult chimpanzees (Pan troglodytes): Tests with modified opaque-tubes task. *Developmental Science*, 10(3), 410-420. 査読有.

〔学会発表〕(計 76 件)

①山口真美. 「注意とは何か? 知覚・認知心理学と発達現場との接点を探る(ワークショップ企画)」第72回日本心理学会, 2008年9月19-21日, 北海道大学.

②Nakato E., Otsuka Y., Yamaguchi, M.K., & Kakigi, R. "Perception of mother's face using near-infrared spectroscopy". The Vision Sciences Society 8th Annual Meeting, 2008年5月9-14日, Florida, USA.

③Yamaguchi, M.K., Shirai, N., Kanazawa, S., Otsuka, Y., Tsuruhara, A., Kaneko, H.

"Perception of surface slant produced by horizontal and vertical disparities in human infants". 30th European Conference on Visual Perception, 2007年8月27-31日, Arezzo, Italy.

④ Kanazawa, S., Kitaoka, A., & Yamaguchi M.K. (2006). "Infants see the "Rotating Snake" illusion". 29th European Conference on Visual Perception, 2006年8月20-25日, St Petersburg, Russia.

⑤ Shirai N., Kanazawa S., & Yamaguchi M.K. (2006). "Velocity sensitivity to radial and rotational motion in 3 months of age". The 15th Biennial International Conference on Infant Studies, 2006年6月19-23日, Kyoto, Japan

⑥ Otsuka Y., Kanazawa S., & Yamaguchi M.K. (2006). The effect of occlusion on motion integration in infants. The Vision Sciences Society Sixth Annual Meeting, 2006年5月5-10日, Florida, USA.

[図書] (計 10 件)

① 山口真美 (2008). 特集: 赤ちゃんの見る・聞くの発達. 発達, 116(29), 2-50.

② 山口真美・金沢創. (2008). 赤ちゃんの視覚と心の発達, 東京大学出版会. 192 ページ.

③ 山口真美・金沢創 (編). (2008). 知覚・認知の発達心理学入門◆実験で探る乳児の認識世界, 北大路書房. 169 ページ.

④ 山口真美. (2007). 正面を向いた鳥の絵が描けますか, 講談社+α新書. 204 ページ.

⑤ 山口真美. (2006). 赤ちゃんは世界をどう見ているのか, 平凡社新書. 210 ページ.

⑥ Tomonaga, M., Myowa-yamakoshi, M., Mizuno, Y., Okamoto, S., Yamaguchi, M. K., Kosugi, D., Bard, K. M., Tanaka, M., & Matsuzawa, T. (2006). Chimpanzee social cognition in early life: comparative-developmental perspective. In Wasserman & Zentall (Eds.) Comparative cognition: Experimental explanations of animal intelligence. Oxford press, 639-650.

[その他]

ホームページ

<http://c-faculty.chuo-u.ac.jp/~ymasa/in>

dex.html

報道・マスコミ協力 (計 25 件)

・読売新聞などに掲載

自然科学研究機構生理学研究所との共同研究の成果が読売新聞, 日刊工業新聞などに掲載。

「ママまっすぐこっち向いて…横顔わからぬ5か月児」(2009年2月4日付け読売新聞)

・AERA with Babyに協力

AERA with Babyの2008年春号「子どもの脳の仕組みを探る」に協力。

・サイエンスチャンネルで放送

2008年3月22日(土)17:15～のSKY PerfecTV! 765ch「サイエンスチャンネル(独立行政法人科学技術振興機構 運営)」で研究内容を放送。

・「すくすく子育て」で放送

2008年1月12日(土)20:30～(再放送は1月18日(金)13:05～)のNHK「すくすく子育て」、"赤ちゃんの脳"で研究内容を放送。

・朝日新聞 be 日曜版で連載

2007年10月7日(日)より朝日新聞 be 日曜版「心体観測」で"赤ちゃんを科学する"を連載。

・「すくすく子育て」で放送

2007年6月30日(土)20:30～(再放送は7月6日(金)13:05～)のNHK「すくすく子育て」、"いつからわかる? 親の顔"で研究内容を放送。

・視点論点に出演

2007年1月11日(木) 22:50～23:00 NHK教育テレビ「視点・論点」に研究代表者が出演。

・Yahoo!ニュースに掲載

自然科学研究機構生理学研究所との共同研究の成果がYahoo!ニュース, 毎日新聞などに掲載。

<赤ちゃん>生後5カ月で人の顔認識 愛知・生理研が初実証 (2006年12月5日付け毎日新聞, 読売新聞中部版ほか)

・「たまごクラブ」で紹介

2006年12月号の「たまごクラブ」で研究代表者の著書「赤ちゃんは世界をどう見ているのか」が紹介された。

・MXテレビで放送

2006年10月22日(日) 午前8:00～8:30 東京 MX テレビ「ガリレオチャンネル」で赤ちゃん研究の様子を放送。

6. 研究組織

(1) 研究代表者

山口 真美 (MASAMI K YAMAGUCHI)

中央大学・文学部・教授

研究者番号：50282257

(2) 研究分担者

太田 英伸 (OTA HIDENOBU)

東北大学・大学病院・医員

研究者番号：80422103

(3) 連携研究者

友永 雅己 (TOMONAGA MASAKI)

京都大学・霊長類研究所・准教授

研究者番号：70237139

金沢 創 (KANAZAWA SO)

日本女子大学・人間社会学部・准教授

研究者番号：80337691

緑川 晶 (MIDORIKAWA AKIRA)

中央大学・文学部・准教授

研究者番号：90421833