

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25年6月3日現在

機関番号：32641

研究種目：新学術領域研究

研究期間：2008～2012

課題番号：20119002

研究課題名（和文） 顔認知機能の発達過程の解明

研究課題名（英文） Development of infant's face perception

研究代表者

山口 真美 (YAMAGUCHI K MASAMI)

中央大学・文学部・教授

研究者番号：50282257

研究成果の概要（和文）：本研究は、乳児期の顔認知発達に関する多くの研究成果を産出した。乳児の注視行動を計測する行動実験では、表情や顔向きのような顔の動きが顔認知を促進することを明らかにし、自然場面で見られるような顔の社会的情報の重要性を示した。さらに顔観察時の脳活動計測から、顔の同定や母顔などの既知顔認識が生後7-8ヶ月頃に発達することを示し、顔認知の社会的側面の発達過程の解明に大きく貢献した。

研究成果の概要（英文）：Given infants' low visual acuity, they have an amazingly well developed ability for facial recognition. Our behavioral studies revealed that facial expressions and orientation could be processed during early infancy. Our neural experimental study using NIRS (near-infrared spectroscopy) revealed that the infants' familiar face recognition develops around 7-8 months old. Our research has greatly contributed to understanding the social aspects of developmental processes of face recognition.

交付決定額

(金額単位：円)

	直接経費	間接経費	合計
2008年度	12,400,000	3,720,000	16,120,000
2009年度	9,800,000	2,940,000	12,740,000
2010年度	9,800,000	2,940,000	12,740,000
2011年度	9,800,000	2,940,000	12,740,000
2012年度	9,800,000	2,940,000	12,740,000
総計	51,600,000	15,480,000	67,080,000

研究分野：社会科学

科研費の分科・細目：心理学・実験心理学

キーワード：顔認知、乳幼児、脳活動計測、NIRS

1. 研究開始当初の背景

申請者はこれまで乳児を対象とした顔認識発達の研究を、近赤外線分光法（NIRS）と行動実験の手法を用いて行ってきた。NIRSを用いた研究では、成人を対象としたfMRIの研究などから明らかになった、顔を処理する脳の領域であるSTS周辺の活動を、乳児において世界で初めて確認することに成功した（Otsuka et al, 2007）。さらにそ

れに続く申請者グループの研究から（Nakato et al, 2009）当該領域の発達的变化を解明することに成功した。

NIRSを用いて乳児の脳活動を計測した研究成果は脳研究におけるインパクトを与えたのみならず、乳児の顔認知発達の側面においても意味のある成果を出すことができた。いわゆる成人が顔を認知している基礎的な能力が、生後5～8ヶ月の乳児にも存在する

ことを確認することができたのである。

Otsuka et al(2007)の実験では、正立顔と倒立顔を見た時の脳活動を比較することによって、成人に見られる「正立した顔」への特有の脳活動が乳児においても存在することを確認できた。さらに Nakato et al(in press)の研究では、正面顔と横顔に対する脳活動を比較することにより、低月齢乳児では正面顔だけに反応し、高月齢になれば正面顔も横顔も同じように反応することを発見した。以上の研究から、(1) 生後5～8ヶ月齢になれば成人と同様の顔に関する脳活動が生じるようになること、(2) 顔の角度により顔として処理ができるかどうかに関連差があること、が示された。これらの結果は、先行研究により行動実験で示されてきた顔認知発達を、脳活動として再現することができた貴重なデータとなった。

2. 研究の目的

本研究は、申請者のグループがこれまで実績をあげた乳児の脳活動を計測する近赤外線分光法(NIRS)を用い、乳児の顔認知の基礎的な発達の解明から、「顔」を通じた社会的なコミュニケーションを促進する発達の要因の解明を目的とした。

顔は社会的に重要な対象でありさまざまな領域から研究が続けられてきた。「顔」という同じ対象をともに研究する「顔認知」の複合領域の中で研究することは意味深い。顔が研究対象として重要な理由には、(1) 顔だけに特化した脳の部位があるという脳科学的な問題、(2) 発達の非常に早い段階から顔認知が可能である発生論的な問題、(3) 顔だけに特化した障害があり、その障害は社会的に重い問題を抱えるという障害研究、(4) 顔認知の特殊性を検討するための認知科学的研究といった、さまざまな側面がある。その中で本申請は(2)の発生論的な問題を扱う根本的な研究の一つと位置づけられる。顔という特殊な対象を研究するにあたり、さまざまな領域の視点から総合的にアプローチしデータの知見を共有しあうことは有意義なことであり、特に得られた研究成果を社会的な問題の解決のために応用していくことにおいて有効であると期待された。

3. 研究の方法

本研究では、近年社会的に問題とされている「顔認知」の社会的な側面、「注意」にかかわる側面を対象にした研究を行う。

本申請では近赤外線分光法(NIRS)とともに眼球運動測定装置(Tobii-X120)を用いて、乳児の視線方向を分析することにより、顔に対する注意を調べる。研究内容は以下の4つの実験に分けられる。

(1) 顔処理の特殊性の検討：野菜顔を顔として認識できるか

野菜で作られた顔である野菜顔(Arcimboldo 画像)を使用して脳活動計測と行動実験を行う。野菜で作られた顔である野菜顔は、部分的には野菜であり全体として顔が見えるため、全体処理できない限り、顔として見ることはできない。生後5～8ヶ月の乳児に対して、野菜顔を提示したときの脳活動を調べ、かつ野菜顔を顔として見えているかを調べる行動実験を行う。

(2) 既知顔(母親顔)認識の成立過程

顔認識の社会的側面にとって「既知顔」は重要なトピックである。STSや顔領域などの側頭の脳領域は、既知顔を識別するために重要である。この領域に損傷を受けると、知っている人である「既知顔」を認識できなくなる。そのような社会的に重要な脳機能を調べるため、既知顔がいつ頃からどのように成立するかは、とても重要な問題である。人生最初の既知顔である「母親顔」が、いつ頃からどのように認識されるのかを解明する実験的研究を行う。これまでの研究から脳の顔認知に関わる側頭の脳領域が活動し始めるのが生後5～8ヶ月頃であることがわかっている。この間の月齢を対象とし、母親顔に対する脳内活動を調べ、さらに行動実験により、どのような顔情報によって母親顔が認識されるかを調べることをとする。

(実験3) 既知顔認識の成立過程—アダプテーションの効果

近年成人を対象としたfMRI研究で、特定の視覚刺激を繰り返し提示することによる刺激応答性の低下を利用した順応パラダイムが、脳内の特定領域における刺激弁別特性を検討するために行われている。この課題を利用し、乳児における既知顔の効果を検討する実験を行う。

同じ人物の顔を何度も見た時と、複数の人物の顔を見た時とで、成人では脳活動に違いがあることが知られている。同様の効果があるかどうかのような形で見られるかを、乳児の脳活動を計測することによって検討する。

実験4) 顔に対する注意の促進効果

眼球運動測定装置(Tobii-X120)を用いて、顔を見ているときの視線を調べる。顔によって注意の促進効果はあるのか、あるいは目などの重要な部分を注視するだろうかといったトピックを、顔を呈示したときの眼球運動を測定することによって解明する。

4. 研究成果

2009年度は、「顔認知」に焦点を当て、まず顔処理の特殊性について検討した。イタリアの画家Arcimboldoによって描かれた野菜・果物・花などの要素から顔が知覚される絵画(野菜顔)は、部分的には野菜であり全

体として顔が見えるため、全体で処理しない限り、顔として見ることはできない。成人においては野菜顔における顔知覚は正立条件に限られ、倒立すると野菜などの個々の要素のみが知覚されることが知られている。

この特性を利用して、生後 5~8 ヶ月の乳児に対して、正立と倒立の野菜顔への注視行動を検討した。その結果、7-8 ヶ月児のみ正立の野菜顔に対して注視時間が増加した。さらに、正立と倒立の野菜顔を観察しているときの脳活動を近赤外線分光法 (NIRS) を用いて計測したところ、正立顔の場合にのみ左側頭の脳領域が活性化していた。これらの成果は、海外では視知覚研究で最も多くの研究者が集まり権威のある Vision Science Society (VSS) や、国内では、顔研究の著名な研究者で構成されている日本顔学会など、いくつかの学会で発表した。さらに、NIRS による乳児の顔認知に関しては、生後 5 ヶ月と 8 ヶ月に間に発達的な変化が生じることを世界で初めて明らかにし、この成果は欧米雑誌の中で評価の高い Human Brain Mapping 誌に掲載された。論文掲載に伴い、中央大学市ヶ谷キャンパス内においてプレス会見を行ない、Yahoo ニュースや朝日新聞・読売新聞・日刊工業新聞など多くの新聞に掲載され、大きな反響を呼んだ。

2010 年度は、乳児の顔認識能力のなかでも、母親顔や表情の認識といったより社会的な側面を検討した。乳児の脳活動を NIRS を用いて計測し、(1)乳児が表情を認識すること、(2)母親と他者の顔を区別すること、(3)顔の動きだけから顔を認識することなどを報告した。これらの成果は、NeuroImage や Early Human Development, Neuroscience Letters などの学術雑誌に掲載され、海外では Vision Science Society (VSS)、国内では日本心理学会など、いくつかの学会で発表した。さらに、NIRS 計測によって乳児が表情を認知することを世界で初めて報告した成果は欧米雑誌の中で評価の高い NeuroImage 誌に掲載された。論文掲載に伴い、2010 年 11 月 5 日に中央大学後楽園キャンパス内においてプレス会見を行ない、Yahoo ニュースや毎日新聞・日経新聞など多くの新聞に掲載された。さらに 2010 年 12 月 16 日には、NIRS 計測によって、乳児が母親と他者の顔に対して異なる反応をすることを報告した成果について共同研究を行っている生理学研究所においてプレス会見を行い、Yahoo ニュースや毎日新聞・読売新聞・日経産業新聞に掲載され、日経サイエンスでも紹介され、広く関心を集めた。また、行動実験では顔認識に動きが及ぼす影響について検討した。目や口を黒点で表しただけの幾何学的な図形を用い、顔図形に対しても乳児の顔選好が見られるかを検討した。その結果低月齢児では、どのような動

きであっても目口の動きによって顔選好が促進されたことから、乳児による顔の知覚および学習に運動情報が貢献していることが示された。この成果は、包括型脳科学研究推進支援ネットワーク夏のワークショップで発表され、2010 年度若手優秀発表賞を受賞した。

2011 年度は、既知顔認識の成立過程を中心に検討した。乳児の脳活動を NIRS を用いて計測し、7-8 ヶ月児は顔の向きが変わっても顔領域へのアダプテーション効果がみられるが、5-6 ヶ月児では正面顔にしかアダプテーション効果が見られないことを新たに報告した。これらの成果は、Journal of Experimental Child Psychology, Frontiers in Human Neuroscience などの学術雑誌に掲載された。海外では Vision Science Society (VSS)、国内では日本心理学会など、いくつかの学会で発表した。さらに、2009 年に行った 7-8 ヶ月児でアルチンボルド画像を顔として認識する能力が発達し、正立のアルチンボルド画像の処理は脳の左側頭の活動に関連する研究成果が論文掲載されたことに伴い、2011 年 9 月 26 日に中央大学後楽園キャンパス内においてプレス会見を行ない、Yahoo ニュースや毎日新聞・日経新聞など多くの新聞に掲載された。また、行動実験からは、3 次的に作成された顔画像を用いて、顔と物体を学習する能力を検討した。その結果、乳児が顔を学習する能力は、顔以外の物体を学習する能力とは異なることが示された。また、人は無生物にも顔を知覚する傾向を持つことが報告されている。我々はこのことが特徴処理と全体処理を含む人の顔処理に媒介されたものかどうか、顔に見えるものの画像を使用して検討した。その結果、目の存在が重要であることを見出した。これらの成果は、Journal of Vision, Perception などの学術雑誌に掲載された。

2012 年度は、2011 年に得られた既知顔認識の成立過程を継続して検討したほか、視線方向という社会的情報が顔学習に及ぼす効果についても検討した。まず既知顔認識の成立過程を検討するために、大きさが異なる顔画像を用いて乳児の脳活動を計測し、5-8 ヶ月児は顔の大きさが変わっても顔領域でアダプテーション効果がみられることを報告した。さらに視線向きが異なる 3 次的に作成された合成顔を用い、これを観察中の 8 ヶ月の脳活動を計測し、直視よりも逸れた視線を観察時に脳活動が増大することを報告した。これらの成果は、学術雑誌 NeuroReport にそれぞれ掲載された。海外では乳児の視知覚研究で最先端の研究者が集まり権威のある International Conference on Infant Studies、国内では日本心理学会など、いくつかの学会で発表された。

行動実験からは、白黒で二値化された mooney face 画像を用い、制限された情報からでも生後 3-4 ヶ月児が顔の学習ができること、学習が運動によって促進されることを示した。さらに 3 次元的に作成された顔画像を用い、生後 8 ヶ月児のみが視線が合っている場合にのみ顔の学習が正立することを示した。さらに、顔に対する注意の促進効果を眼球運動測定装置 (Tobii-X120) を用いて検討した。生後 4 ヶ月児を対象に、顔を見ているときの視線行動を計測した。これらの成果は、*Journal of Experimental Child Psychology*、*Vision Research* などの学術雑誌に掲載された。

以上のように、本研究は、近赤外分光法 (NIRS) を用いた研究成果に基づき、顔認識の社会的な側面を明らかにすることに貢献した。本研究課題の当初の計画は達成されたとと言える。

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 23 件)

①Kobayashi, M., Otsuka, Y., Nakato, E., Kanazawa, S., Yamaguchi, M. K., & Kakigi, R. (2012). Do infants recognize the Arcimboldo images as faces? Behavioral and near-infrared spectroscopic study. *Journal of Experimental Child Psychology*, 111, 22-36. 査読有.

②Yamashita W., Kanazawa S., & Yamaguchi M. K. (2011) Infant learning ability for recognizing artificially-produced three-dimensional faces and objects. *Journal of Vision*, 11(6):9, 1-11. 査読有.

③Ichikawa H., Kanazawa S., Yamaguchi M. K., & Kakigi R. (2010) Infant brain activity while viewing facial movement of point-light displays as measured by near-infrared spectroscopy (NIRS)., *Neuroscience Letters*, 482(2):90-94 査読有.

④Nakato, 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.

⑤Otsuka, 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.

[学会発表] (計 74 件)

①Ichikawa, H., Kanazawa, S., & Yamaguchi, M. K. (2012) Dynamic Subtle Facial Expression Can be Recognized by 6-to 7-month-old Infants. 18th Biennial International Conference on Infant Studies. (Minneapolis, USA).

②Otsuka, Y., Ichikawa, H., Yamashita, W., Kanazawa, S., Bulf, H., Valenza, E., & Yamaguchi, M. K. (2012) Do Faces Attract Young Infants' Attention? Examination of Attentional Shift Behavior in 4-Month-Old Infants. 18th Biennial International Conference on Infant Studies. (Minneapolis, USA).

③Kobayashi, M., Otsuka, Y., Kanazawa, S., Yamaguchi, M. K., & Kakigi, R. (2012) Face representation in infant temporal region investigated by the near-infrared spectroscopic study. 18th Biennial International Conference on Infant Studies. (Minneapolis, USA).

④Nakato, E., Ichikawa, H., Kanazawa, S., Yamaguchi, M. K., & Kakigi, R. (2011) A longitudinal study on infants' face perception by near-infrared spectroscopy. Vision Sciences Society 11th Annual Meeting. (Florida, USA).

⑤Yamashita, W., Kanazawa, S., & Yamaguchi, M. K. (2011) The effect of gaze direction on 3D face learning in infants. Vision Sciences Society 11th Annual Meeting. (Florida, USA).

[図書] (計 19 件)

①山口真美・柿木隆介(編著). (2013). 顔を科学する 適応と障害の脳科学, 東京大学出版会.

②山口真美. (2013). 赤ちゃんは顔をよむ, 角川ソフィア文庫.

③山口真美・金沢創(編著). (2012). 乳幼児心理学, 放送大学教育振興会.

④山口真美. (2010). 美人は得をするか「顔」学入門, 集英社新書.

⑤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.

[その他]

ホームページ

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

・2013年2月15日日本経済新聞 NIKKEI プラス 1「とことん試します:顔と名前を一致させるには」取材協力

・2012年11月15日読売新聞関西版、顔認知にかかわる記事に研究代表者のコメントを掲載

・「Baby-mo」11・12月合併号(発売日:10月15日)(p34-35)に研究代表者が取材に協力した記事を掲載

・研究代表者のインタビュー記事を2012年8月30日(木)読売新聞夕刊で掲載(「科学コラム」欄での掲載)

・「AERA with Baby」2012年スペシャル保存版(発売日:6月15日)の記事「大人とはまったく違う 赤ちゃんの視覚の世界」(p30-33)に研究代表者が協力

・2012年2月25日(土)、研究代表者がTBSラジオ「夢夢エンジン」(24時30分~25時、AM954kHz)に出演

・研究代表者の研究を「Chuo Online」で紹介

・研究代表者がベネッセ「こどもめがね」の取材に協力した記事の掲載継続が決定

・研究代表者の研究をNHKBSプレミアム「極上美の饗宴」「瞳のない美女の謎~モディリアーニ」で紹介. 放送時間は2012年2月6日(月)午後9時00分~9時58分

・研究代表者の研究をNHKスペシャル「HUMAN」で紹介. 放送時間は2012年1月22日(日)午後9時00分~9時54分

・「AERA with Baby」2012年2月号(発売日:1月15日)の記事「人見知りの不思議」(p44-49)に研究代表者が協力

・自然科学研究機構生理学研究所との共同研究として行なった赤ちゃんの顔認知に関する研究を日本経済新聞などに掲載.(日本経済新聞「だまし絵の顔、生後7~8カ月で認識 中大教授ら発見」など)

・新聞紙面:2011年9月27日 日本経済新聞

p.38(社会面). 2011年10月7日 科学新聞 p.4(科学技術総合).

・ウェブニュース:(すべて2011年9月26日)時事ドットコム, yahoo ニュース, 朝日.com, 日本経済新聞(電子版), @nifty ニュース, biglobe ニュース, eo ニュース, excite ニュース, infoseek ニュース, livedoor ニュース, ニコニコニュース, 楽天 woman, 日経就職 Navi

・テレビ番組:2011年9月27日 ちちんぷいぷい(毎日放送)

・自然科学研究機構生理学研究所との共同研究として行なった赤ちゃんの脳活動に関する研究をNature Japan2011年3月17日号の日本語版 FOCUS「人体や病気を見る・調べる・治すーヒト用のイメージング技術」で紹介

・自然科学研究機構生理学研究所との共同研究として行なっている赤ちゃんの表情認知に関する脳活動に関する研究を掲載 (2010年11月5日「赤ちゃん, 笑顔と怒った顔を識別. 中大など確認」日経新聞)

・自然科学研究機構生理学研究所との共同研究で, 赤ちゃんの顔認知に関する脳活動に関する研究を掲載 (2010年12月16日「やっぱりママが好き. 母見たときだけ右左脳活動」)

・自然科学研究機構生理学研究所との共同研究で, 赤ちゃん研究の成果が雑誌「日経サイエンス」に掲載 (2011年02月号 p.20. NEWS SCAN 「赤ちゃんの顔認識」)

・研究代表者が出演した東京 MX の科学番組「ガリレオチャンネル 共感覚のミステリーー音や文字に色を感じる!?!」(2009年11月21日(土)夜7時放送)が, 第51回科学技術映像祭にて文部科学大臣賞「科学技術教養部門」を受賞(再放送2010年5月29日, NHK教育)

・日本赤ちゃん学会が編集・発行している雑誌「赤ちゃん学カフェ」(ひとなる書房 発売)に研究室の研究内容を紹介 高島翠・山口真美.(2010). 赤ちゃんの視覚世界. 赤ちゃん学カフェ, 3, 24-27.

・九州大学高等研究院の河邊隆寛特別准教授を中心とした研究グループが, 生後5-8ヶ月の赤ちゃんが感じるアニメーションの動きが音で変わることを発見. 朝日新聞等で紹介

・「AERA with Baby」2010年4月号の記事「赤ちゃんの視覚世界」で研究室の研究を紹介

・日本経済新聞で研究代表者が「だましの名画 十選」を連載 (2010. 2. 15~3. 2 の月火木金)

・研究代表者が BankART1929(横浜市)の展示「Time Lapse Plant」のトークイベント「対談=藤本隆行×山口真美」に参加

・赤ちゃん本舗で配られているフリーマガジン「赤ちゃんボンジュール1月号」で研究代表者の著書を紹介

・11月22日の16時~17時25分、テレビ朝日の「博士のステュ研究」特別番組で、研究代表者の本「赤ちゃんは顔をよむ」紹介

・研究代表者が東京 MX の科学番組「ガリレオチャンネル」に出演 (2009年11月21日夜7時~)

・榎(えい)出版社「Baby Life (no.11)」の「我が子の、才能のを見つけ方と伸ばし方」に、研究代表者の記事を掲載。
<Ability> 「才能に気づき、育てるためには、親に心の余裕が必要です」 (pp. 58-59)

・日本基礎心理学会が開催する一般向け (高校生向け) 公開シンポジウムで、赤ちゃん実験の成果を発表 (2009年10月10日(土)14:00~18:00, 東京大学本郷キャンパス)

・研究代表者が NHK の番組「サイエンス ZERO」に協力「シリーズ人の謎にせまる(8) 表情に隠された進化の道」(2009年5月23日放送)

・自然科学研究機構生理学研究所との共同研究の成果を読売新聞、日刊工業新聞等に掲載「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)

・マリークレーン10月号に研究内容を掲載: 「早期教育が与える影響とは?」 (p. 118)

・The Neighbor 10月号に山口真美先生が寄稿: 「不思議がいっぱい顔の謎」 (pp. 14-17)

・研究代表者が研究代表者が TBS ラジオ (AM954kHz) 「久米宏 ラジオなんですけど」に出演 (2008年11月1日13時00分~15時00分)

・研究代表者が文化放送「くにまる・アカデミー」にて、赤ちゃんの視覚世界の講義を放送 (2008年8月4日)

・日本科学未来館:予感研究所 2 にて「赤ち

ゃんを科学する!」を展示

・読売新聞連載「日本の知力 第4部 天職で考える1」に取材協力。記事は読売新聞2008年7月22日朝刊1-2面に掲載

・AERA with Baby の2008年春号「子どもの脳の仕組みを探る」に、研究代表者の説明を掲載

・2008年4月12日(土)の日本経済新聞モデルリアーニ展の記事に研究代表者の説明を掲載

・(財)花王芸術・科学財団シンポジウム「顔と文化」, 第3回「心を映す顔」(2008年5月24日(土)13:00~17:00, 東京, 大手町, サンケイプラザ4Fホール)でトーク

・at home time(不動産情報会社 at home の情報誌 2008年3月20日発行 No. 316)の「こだわりアカデミー」で研究内容を紹介

・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

・2008年2月10日(日)の日本経済新聞「光の旅: レンブラント」の記事に、研究代表者の説明を掲載

・2008年1月25日の教育医事新聞15面で「新しい乳幼児健診模索-早期発見の可能性」として研究内容を紹介

・2008年1月28日の保健ニュース(少年写真新聞社)で「赤ちゃんの脳機能(仲渡江美・山口真美・柿木隆介)」として研究内容を紹介

・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

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

なし

(3) 連携研究者

なし