

科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成 30 年 6 月 20 日現在

機関番号：83902

研究種目：研究活動スタート支援

研究期間：2016～2017

課題番号：16H07424

研究課題名(和文) 発達初期における顔および身体情報処理の神経基盤の解明

研究課題名(英文) Development of neural basis of face and body processing

研究代表者

小林 恵 (Kobayashi, Megumi)

愛知県心身障害者コロニー発達障害研究所・機能発達学部・研究員

研究者番号：70781227

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 2,300,000円

研究成果の概要(和文)：複雑な自然情景から人物を認識することは、発達初期において非常に重要である。我々成人は、異なる自然場面から得られた人物の顔や身体などの情報を統合・般化することで、人物認識を達成している。しかし、この能力の発達と、それを支える顔と身体情報の脳内処理については未検討である。そこで本研究計画では、遠方からの接近する人物を再認できるか(研究1)、顔と身体観察時の脳活動(研究2)を検討した。

一連の研究の結果、生後7ヶ月頃から人物に関する記憶を異なる場面に般化し、遠方から接近する人物を認識できること(研究1)、顔と身体に対する側頭領域の感受性が発達によって変化する可能性(研究2)が示唆されている。

研究成果の概要(英文)：In natural-viewing environments, we sometimes have to recognize people at a distance; for example, when someone approaches. Human adults achieve successful person recognition by an ability to generalize recognition memory of face and body of a person across the different natural-viewing environments. However, no study have investigated this ability and neural basis of body and face processing in early infancy. The current study examined 1) infants' recognition of a person approaching from a distance, and 2) brain activity while infants observe faces and bodies. The results of a series of experiments suggest that 1) generalization ability of face recognition across different natural-viewing environments develops at around 7 months of age, 2) sensitivity to face and body in infants' bilateral temporal areas changes across development.

研究分野：実験心理学、発達心理学

キーワード：人物認知 顔 身体 脳活動 発達

1. 研究開始当初の背景

日常生活の中でさまざまな人物を認識する際には、顔だけでなく、その人物の身体から得られる情報も用いている。我々がヒトの存在に気付き認識するために、顔と身体は重要な手がかりである。近年、この顔と身体情報の処理に関連する脳領域が明らかにされてきた。顔情報については、紡錘状回の顔領域 (FFA) と後頭の顔領域 (OFA) が静的な顔情報処理に参与し、動的な顔情報は後部上側頭溝 (pSTS) で処理されることが示されてきた (Grill-Spector et al., 1999; Kanwisher et al., 1997)。一方、身体情報処理に特異的な領域は、これらの顔反応領域に近接する領域に報告されている。静的な身体情報は後頭側頭腹内側領域 (EBA) と紡錘状回身体領域 (FBA) で処理され (Downing et al., 2001, 2006) 動的な身体情報は STS 内の顔反応領域に近接する領域で処理されている (Downing et al., 2006)。

自然シーンからの人物を同定し認識することは、発達初期においても非常に重要である。特に、自分に近づく人物や目の前で話している人物が自身に危害を与える人物が否かを識別する必要がある。しかし、このように会話と接近運動という、乳児の発達にとって社会的に重要なシーンから得られる情報を統合し人物として認識できるかは未検討である。成人では会話や接近などの自然シーンから人物情報を統合し認識すること (Hahn et al., 2015) さらに会話などの動画で人物学習後に接近する動画で人物を再認する課題での顔反応領域 (OFA、FFA、pSTS) と身体反応領域 (EBA、FBA) の活動を fMRI で計測すると、顔情報よりも身体情報の寄与が高いことが明らかになっている (Hahn et al., 2017)。

申請者は乳児を対象とした近赤外分光法 (NIRS) による脳活動計測のテクニックに精通しており、これまでに、乳児の後側頭領域における顔情報処理について明らかにしてきた。発達初期にすでに成人と同様に顔に特異的に反応する領域が後側頭領域に存在するが (Otsuka et al., 2007; Nakato et al., 2009 など) 申請者は神経順応を利用して、この領域が顔の人物情報の処理に参与していることを示してきた (Kobayashi et al., 2011, 2013, 2014)。しかし人物認知について、発達初期に成人と同様に顔と身体情報を異なる脳領域で独立に処理しているのか、さらに発達初期における自然場面で人物認知での顔情報と身体情報の重み付けとその発達の变化は明らかでない。申請者がこれまでに培ってきた乳児の NIRS 計測の手法を適用し、この課題について検討する。

本申請では、NIRS を用いて、発達初期における顔と身体情報処理の神経基盤を解明する。まず、発達初期に顔と身体情報が脳内で独立に処理されているのかを検討し、さらに顔反応領域および身体反応領域の人物再

認中の脳活動を計測することで、発達初期の人物同定における顔情報と身体情報の重み付けを明らかにする。接近する他者や会話する他者を認知することはヒトにとって生態学的 / 社会的に重要であり、顔と身体から得られる情報をどのように用いて人物を認知するのか、その発達の变化を解明することは意義がある。本研究計画は、顔認知研究の権威であると同時に人物認知の最先端の研究を行っており、ヒトの顔 (頭部の回転、会話、表情変化) および全身 (歩行での接近運動) の動画のデータベースを開発している University of Texas at Dallas の Alice J. O'Toole 教授から刺激動画の提供を受け、また乳児顔認知研究の第一人者である中央大学の山口真美教授の協力のもと行う。

2. 研究の目的

発達初期における、顔と身体情報処理に関連する神経基盤の解明を行う。

(1) 顔反応領域と身体反応領域の特定

発達初期に、顔情報と身体情報が機能的に独立して処理されているのかを近赤外分光法 (NIRS) を用いて検討する。すでに先行研究で乳児の後側頭領域 pSTS 付近が顔に特異的に反応することは知られており (Otsuka et al., 2007) 本研究計画では pSTS 顔反応領域に近接する異なる領域が成人と同様に身体情報を処理しているか明らかにする。成人の後側頭領域 STS 付近は動的な顔および身体情報を処理していることから (Downing et al., 2006 など) 刺激には接近する人物の顔のみ、または身体のみが観察可能な動画 (O'Toole et al., 2005) を用い、顔情報と身体情報のそれぞれに対し、NIRS の異なる計測チャンネルで脳活動が上昇するか検討を行う。

(2) 発達初期の人物認知における顔情報と身体情報の重み付けの解明

近赤外分光法 (NIRS) による脳活動計測から、発達初期の自然シーンから人物を認知する際の、顔情報と身体情報の重み付けを解明する。実験ではまず、親近化法を用いた行動実験で、会話動画で人物を学習した後に接近運動の動画でテストすることで、異なる自然シーンから得られる人物情報を統合し、既知人物同定が可能な月齢を特定する。さらに、異なる自然シーンからの人物同定が可能な乳児における、再認時の顔情報と身体情報の重み付けを検討するため、会話シーンでの人物学習後、接近する動画で人物を再認する際の顔反応領域と身体反応領域の脳活動を NIRS で計測する。

これらの研究は、顔認知研究の権威であると同時に人物認知の最先端の研究を行っており、ヒトの顔および全身運動の動画データベースを開発している University of Texas at Dallas の Alice J. O'Toole 教授から刺激動画の提供を受け、また乳児顔認知研究の第一人者である中央大学の山口真美教授の協力

の下行う。

自然シーンから人物を同定し認識することは発達初期においても非常に重要であるが、これまでの研究では顔認知能力の発達に焦点が当てられており、自然シーンから得られる情報を統合し人物として認識する能力の発達については未検討であった。本申請では、自然シーンの中でも乳児にとって社会的に重要な会話と接近のシーンから得られる人物情報を統合し認識できるか脳活動計測実験から明らかにする。人物認識に重要な顔情報と身体情報処理の神経基盤を明らかにし、さらに発達初期の人物再認における顔情報と身体情報の重み付けを解明する試みは新しいものである。

3. 研究の方法

本研究計画では、動きを伴う自然シーンでの人物認知の初期発達において、(1) 顔および身体情報を特異的に処理する神経基盤の機能的分化を近赤外分光法 (Near-infrared Spectroscopy; NIRS) を用いて特定し、(2) 自然シーンから既知人物を再認する際の顔情報と身体情報の重み付けとその発達の变化を、顔反応領域および身体反応領域の脳活動から解明する。

【研究 1】自然なシーンでの人物認知 (行動実験)

我々ヒトは日常生活の中で、動きを伴う様々なシーンの中で顔を学習し、人物を認識している。全体処理などの顔認知能力の発達は多くの研究で検討されてきたが、自然シーンからの人物認知の発達は未検討である。本研究では自然なシーンの中での人物認知の発達時期を特定するため、生後 5-8 ヶ月の乳児を対象に親近化法を用いて検討する。実験では初期発達に社会的に重要な会話と接近運動というシーンからの人物情報の統合を検討するため、女性が会話している動画での学習後に、遠方から接近してくる人物の動画でテストを行い、乳児が新奇人物と学習した人物を弁別し、新奇人物に対する選好を示すか検討する。

【研究 2】自然なシーンでの人物認知の神経基盤の解明

研究計画 2 では、乳児の上側頭溝 (superior temporal sulcus: STS) で顔と身体情報が独立に処理されているのかを検討し (研究 2-1)、自然シーンからの既知人物の再認時に用いる顔情報と身体情報の重み付けの発達の变化を、STS 内の顔反応領域・身体反応領域の脳活動計測から明らかにする (研究 2-2)。平成 28 年度に研究 2-1 を実施し、平成 29 年度に研究 2-2 を実施する。

【研究 2-1】顔反応領域と身体反応領域の特定

成人を対象とした近年の研究で、上側頭溝内の近接した領域に、身体と顔の動的な情報

のそれぞれを特異的に処理する脳領域が存在することが示されているが (Allison et al., 2000; Downing et al., 2006)、乳児期における顔情報処理と身体情報処理の機能分化は未検討である。研究 2-1 では後側頭領域における顔反応領域と身体反応領域の特定を試みる。

【研究 2-2】自然なシーンでの既知人物の再認 - 顔情報と身体情報のどちらに基づくか

自然シーンからの既知人物再認時に用いる顔情報と身体情報の発達初期の重み付けを、赤外分光法を用いた STS の顔反応領域・身体反応領域の活動の計測から明らかにする。成人では、人物の様々な動画 (会話・表情変化・頭部の回転運動・遠方からの接近) で学習後、動画での人物の再認テスト中の STS 内顔および身体反応領域の活動を計測すると、顔反応領域ではなく身体反応領域が賦活し、身体情報が重要であることが示唆されているが (Hahn et al., 2017)、この初期発達については未検討である。実験では会話する女性の動画での学習後、接近の動画での再認テスト時の顔反応領域と身体反応領域の活動を比較することで、既知人物の再認時に顔と身体どちらの情報を乳児が用いているのかを特定することができる。

4. 研究成果

本研究では、乳児の注視行動を指標として発達初期における人物認知の発達と、近赤外分光法 (NIRS) を用いて顔と身体情報処理に関連する神経基盤の解明を行った。

2016 年度は、まず行動実験から乳児の人物認知の発達について検討を行った。発話ビデオで乳児に顔を学習させたあと、その人物が遠方から接近する場合に再認できるかを検討した結果、生後 7 ヶ月ごろから再認できることが明らかになった。その後 2 つの統制実験を実施し、この再認が刺激の低次特徴ではなく顔に基づくものであることが確認された。さらに、乳児における顔情報と身体情報の脳内処理について、NIRS を用いて予備実験を開始した。実験では、遠方から接近する人物の身体部分にばかり (顔観察条件) と顔部分にばかり (身体観察条件) をかけた動画を生後 5-8 ヶ月児に提示し、後側頭領域の血流反応を計測した。その結果、生後 5 ヶ月以降で、非顔・非身体の物体ベースラインに比べ、顔観察条件・身体観察条件の両方で活動が上昇する傾向が示されたことから、次年度に向け本実験を開始した。

2017 年度は、人物認知の発達についてさらなる統制実験を行い、異なる場面で学習した顔を遠方から接近する場面で再認できるのは生後 7 ヶ月頃であり、生後 6 ヶ月以下の乳児が再認できなかったのは顔表象の般化能力が未熟である可能性が示唆された。この研究成果は、Society for Research in Child Development 2017 Biennial Meeting, Face Processing Pre-Conference にて発表された。

また現在、この成果の内容について英文原著論文を執筆中である。顔情報と身体情報の脳内処理については、前年度から引き続き生後5-8ヶ月児のデータ取得を行い、低月齢群(生後5-6ヶ月児)と高月齢群(生後7-8ヶ月児)では顔と身体情報に対する感受性が異なり、特に顔情報の処理については発達の变化があることが示唆されている。

以上のように、本研究は注視時間を指標とした知覚認知実験と近赤外分光法による脳活動計測実験に基づき、顔と身体情報を用いた人物認知の初期発達とその神経基盤を明らかにすることに貢献した。今後は乳児の人物認知における顔情報と身体情報の重みづけの時間的ダイナミクスの解明などへと研究を進展させていく予定である。

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4件)

Tokuda, T., Ikeda, T., Monden, Y., Mizushima, S. G., Shimoizumi, H., Inoue, T., Nagashima, M., Shimamura, K., Arakawa, A., Kobayashi, M., Yamaguchi, M. K., Kuroiwa, C., Ujiie, Y., Dan, H., Kyutoku, Y., Taniguchi, T., Yamagata, T., Kanazawa, S., Sakuta, R., Dan, I. (2018). Methylphenidate-elicited distinct neuropharmacological activation patterns between medication-naive attention deficit hyperactivity disorder children with and without comorbid autism spectrum disorder: A functional near-infrared spectroscopy study. *Neuropsychiatry*, 8(3), 917-929. DOI: 10.4172/Neuropsychiatry.1000418 (査読有り)

Kobayashi, M., Macchi Cassia, V., Kanazawa, S., Yamaguchi, M. K., Kakigi, R. (2018). Perceptual narrowing towards adult faces is cross-cultural phenomenon in infancy: A behavioral and near-infrared spectroscopy study with Japanese infants. *Developmental Science*, 21(1), e12498. DOI: 10.1111/desc.12498 (査読有り)

Kobayashi, M., Macchi Cassia, V., Kanazawa, S., Yamaguchi, M. K., Kakigi, R. (2018). Cover Image. *Developmental Science*, 21(1), e12652. DOI: 10.1111/desc.12652 (査読無し)

Kobayashi, M., Kanazawa, S., Yamaguchi, M. K., Kakigi, R. (2016). Infant recognition of caricature of mother's face. *The Japanese Journal of Psychonomic Society* (Summary of

Awarded Presentation), 35(1), 97-98. (査読無し)

[学会発表](計6件)

Kobayashi, M., Kanazawa, S., Yamaguchi, M. K., & Kakigi, R. (2017). Infants' face detection in natural scene. *Vision Sciences Society 17th Annual Meeting*. (Florida, USA)

Kobayashi, M., Kanazawa, S., Yamaguchi, M. K., & O'Toole, A. J. (2017). Infants' recognition of approaching people. *Society for Research in Child Development 2017 Biennial Meeting, Face Processing Pre-Conference (Invited talk)* (Austin, USA)

小林恵, 金沢創, 山口真美. (2017). 乳児の顔検出に対するシーン文脈の効果. 日本基礎心理学会第36回大会(立命館大学)

小林恵, 金沢創, 山口真美. (2017). 自然なシーンの中の顔検出の発達. 日本視覚学会2017年夏季大会(島根大学)

Kobayashi, M., Kanazawa, S., Yamaguchi, M. K., & Kakigi, R. (2016). Infants' recognition of caricature of mother's face. *Vision Sciences Society 16th Annual Meeting*. (Florida, USA)

小林恵, 柿木隆介, 金沢創, 山口真美, O'Toole, Alice, J. (2016). 自然シーンでの人物認知の発達. 日本基礎心理学会第35回大会(東京女子大学)

[図書](計0件)

[産業財産権]

出願状況(計0件)

名称:
発明者:
権利者:
種類:
番号:
出願年月日:
国内外の別:

取得状況(計0件)

名称:
発明者:
権利者:
種類:
番号:
取得年月日:
国内外の別:

[その他]
ホームページ等

<https://sites.google.com/site/megumikobayashiphd/>

受賞歴

1. 2017 年度日本基礎心理学会優秀発表賞
(小林恵・金沢創・山口真美, 乳児の顔
検出に対するシーン文脈の効果)
2. 2016 年度日本基礎心理学会サテライト
オーラルセッション ファイナリスト

報道・アウトリーチ活動(計 4 件)

1. 研究成果が 2016 年 12 月 8 日「大人の
顔の見分け 9 カ月までに発達」中日新
聞、2017 年 3 月 1 日「乳児 生育に応
じ顔区別」読売新聞等 4 メディアに掲載

6. 研究組織

(1)研究代表者

小林 恵 (KOBAYASHI Megumi)

愛知県心身障害者コロニー発達障害研究
所・機能発達学部・研究員

研究者番号：70781227