

科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成 26 年 6 月 9 日現在

機関番号：17701

研究種目：若手研究(B)

研究期間：2011～2013

課題番号：23700323

研究課題名(和文) 3次元物体の形状に着目したカテゴリカル知覚の発達とその脳機能に関する実験的研究

研究課題名(英文) Experimental study of infants' ability to perceive artificially produced three-dimensional object

研究代表者

山下 和香代 (Yamashita, Wakayo)

鹿児島大学・理工学研究科・助教

研究者番号：70580067

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 1,600,000円、(間接経費) 480,000円

研究成果の概要(和文)：本研究は、三次元物体認識における形状に着目したカテゴリカル知覚の発達を検討するために人工的に三次元物体(3つの顔と3つの靴)を作成し、乳児を対象にした行動実験と脳活動計測実験を行った。乳児が顔と靴を知覚学習できるかどうかをテストした。結果をカテゴリ間で比較したところ、カテゴリ間において三次元物体認識学習は異なることが示された。次に、顔の学習において学習すべき顔の視線方向の効果を検討した。顔の視線が乳児を直視していれば、顔の学習が促進されることが示された。これらから、顔の学習において視線の情報が重要であることが示唆された。

研究成果の概要(英文)：This study examined infants' ability to perceive artificially produced three-dimensional object. In order to control shapes of three-dimensional objects, we created three-dimensional face and non-face objects (shoes) that contained no texture. First, behavioral study investigated infants' ability to learn the faces and non-face objects. Results were compared between categories and those showed the infants' ability to learn faces differs from their ability to learn non-face objects. Next, behavioral and brain activity measurement studies investigated effect of eye gaze direction of the faces. Results showed that infants could learn three-dimensional face by 8 months of age only in direct gaze. This suggested that gaze direction may affect three-dimensional face learning in infants.

研究分野：総合領域

科研費の分科・細目：情報学・認知科学

キーワード：知覚 発達 認知科学

1. 研究開始当初の背景

成人やサルを対象とし形状に着目したカテゴリカル知覚の研究は多くあるが (e.g. Biederman, I., 1987, Kayeart, G. et al., 2003)、乳児を対象とし人工物体を用い、3次元物体認識における形状に着目したカテゴリカル知覚は検討されていなかった。物体のカテゴリカル知覚の検討を乳児で行っているものは、実物体や色つきの実物体の写真を用いて行われ (e.g. Oakes, L.M. et al., 1997)、既知性や色に着目されてきた (Bornstein, M.H. & Mash, C., 2010)。実物体や写真では、極めて多くの要因が重畳した複雑な多様性を呈しているため、形状に着目したカテゴリカル知覚の検討には不向きである。そこで、本研究では、様々な変動要因を統制する為にコンピュータグラフィックスで人工的に3次元物体を作成し、形状に着目したカテゴリカル知覚の実験的研究を行うことにした。

2. 研究の目的

人工的に3次元物体を作成し、物体のカテゴリ内およびカテゴリ間の認識について、乳児を対象にした行動実験と脳活動計測実験から発達的に検討することであった。

3. 研究の方法

様々な変動要因を統制する為にコンピュータグラフィックスで人工的に3次元物体を作成し、行動実験と脳活動計測実験を乳児対象に行った。

1). カテゴリ内物体間の物理的な距離をカテゴリ間で同程度になるように、三次元物体として顔と靴を作成 (図1) し、生後3-8ヶ月児対象として顔と靴のカテゴリ内弁別課題を行い、カテゴリ間で学習成立の発達の違いがあるかどうかを検討した。弁別課題では馴化脱馴化法を用い、馴化後に新奇の物体に脱馴化が起こるか (学習成立) を観察した。馴化時には物体が回転している動画を見る条件と物体の静止画を見る条件を設定し、動画条件による学習の促進が認められるのかについて検討した。



図1: コンピュータグラフィックスで作成した靴と顔

2). 学習すべき顔の視線が回転している顔の学習に促進効果をもたらすかどうかを生後6-8ヶ月児対象に顔同士を弁別させる行動実験と脳活動計測実験により検討した。

1). で作成した三次元物体の顔において、顔の視線が乳児を直視している条件と乳児から視線がそれている条件 (図2) を設定した。行動実験では1). 同様、馴化脱馴化法を用いた。脳活動計測実験では近赤外分光法 (Near-Infrared Spectroscopy; NIRS) を用い、直視条件とそれた視線条件の顔を観察中

の乳児の脳活動を計測した。



図2: 乳児から視線がそれている顔(左)と直視している顔(右)

3). 日常的に見る物体の見えに対する行動実験を生後6-8ヶ月児対象に行った。成人において、物体に対して正面からの視点よりも斜めからの視点において、物体の視点の変化に感度が鈍いこと、さらに斜めからの視点に対する好ましさの評定が高いことが示されている (Niimi et al., 2008, 2009)。これをふまえて乳児を対象に、3次元物体における正面付近および斜めからの視点変化に対する感度と、斜めからの視点による画像の選好度を選好注視法により検討した。視点変化に対する感度は、正面付近と斜めからの視点それぞれにおいて、同じ間隔だけ視点変化をする時にその視点変化に気付くことができるかどうか注視時間を計測することによって調べた。乳児が視点変化に感度をもつならば、視点変化に気付くことができ注視時間は有意に長くなると予測した。斜めからの視点による画像の選好度は、正面付近と斜めからの視点の画像を対提示し注視時間を計測した。もしも斜めからの視点を乳児が好むならば、正面付近の画像よりも斜めからの視点の画像を有意に長く注視すると予測した。

4. 研究成果

1). 靴刺激は、静止画として呈示されても、奥行き方向の回転運動をしている動画として呈示されても6-8ヶ月児において学習が成立した。一方、顔刺激は、6-8ヶ月児において静止画として呈示された場合のみ学習が成立した。これにより、カテゴリ間において物体の三次元物体認識学習は異なることが示唆された。カテゴリ内物体間の物理的な距離をカテゴリ間で同程度に調節し、乳児の三次元物体の弁別学習を調べた研究はこれまでになく、本研究の成果は視覚研究に関する国際誌である Journal of Vision に掲載された。

2). 行動実験の結果、三次元物体としての顔を学習する際、学習すべき顔の視線が観察者 (乳児) を直視している場合には、8ヶ月児において視線がそれている場合よりも顔の学習が促進されることが明らかになった。さらに、脳活動計測実験の結果、乳児にとって学習すべき顔の視線が観察者 (乳児) を直視している場合よりもそれている場合で脳活動が上昇することを明らかにした。乳児にとって顔を学習することは単に難しいのではなく、乳児を直視していれば顔を学習することは可能であることを示す結果である。視線が乳児からそれている場合、乳児にとって顔を学習することが難しく、このことによって脳活動上昇が見られたと考えられる。これらの知見から、3次元物体としての

顔の学習において、視線が乳児にとって重要な役割を果たすことが示唆された。回転した顔学習における視線の重要性を行動実験と脳活動計測実験の両面から検討した研究はそれぞれ視覚研究の国際誌 *Vision research* と脳研究の国際誌 *NeuroReport* に掲載された。3) 日常的に見る物体の見えに対する行動実験の結果は、3次元物体における正面付近および斜めからの視点変化に対する感度と、斜めからの視点による画像の選好度ともに、8ヵ月児では成人と同様の傾向が見られた。一方6ヵ月児では成人と同様の傾向は見られなかった。このことから日常的に見る物体の見えに対する成人同様の知覚は生後6ヵ月頃から8ヵ月の間に現れ始めるということが明らかになった。さらにカテゴリによる知覚への影響を検討したところ、生物と無生物といったカテゴリに関係性があること、またそれは乳児がどの程度普段慣れ親しんでいたかが影響を及ぼすということが示唆された。本研究の成果は視覚研究に関する国際誌である *Journal of Vision* に掲載された。

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5件)

(1) Yamashita, W., Niimi, R., Kanazawa, S., Yamaguchi, M.K., & Yokosawa, K.

Three-quarter view preference for three-dimensional objects in 8-month-old infants.

Journal of Vision, 14, 1-10, 2014 (査読有)
DOI : 10.1167/14.4.5.

(2) Yamashita, W., Kanazawa, S., & Yamaguchi, M.K.

Tolerance of geometric distortions in infant's face recognition.

Infant Behavior and Development, 37, 16-20, 2014 (査読有)

DOI : 10.1016/j.infbeh.2013.10.003.

(3) Yamashita, W., Kanazawa, S., & Yamaguchi, M.K.

The effect of gaze direction on three-dimensional face recognition in infants.

Vision Research, 68, 14-18, 2013 (査読有)
DOI : 10.1016/j.visres.2012.06.022.

(4) Yamashita, W., Kanazawa, S., Yamaguchi, M.K., & Kakigi, R.

The effect of gaze direction on three-dimensional face recognition in infant brain activity.

Neuroreport, 23, 799-803, 2012 (査読有)
DOI : 10.1097/WNR.0b013e32835734a8.

(5) Yamashita, W., Kanazawa, S., & Yamaguchi, M.K.

Infant learning ability for recognizing artificially-produced three-dimensional

faces and objects.

Journal of Vision, 11, 1-11, 2011 (査読有)
DOI : 10.1167/11.6.9.

[学会発表](計11件)

1 Yamashita, W., Kanazawa, S., & Yamaguchi, M.K.

Effects of geometric distortions on infant's face recognition.

The 2014 International Conference on Infant Studies (2014年07月03日~2014年07月05日, Berlin, Germany)

2 Yamashita, W., Niimi, R., Kanazawa, S., Yamaguchi, M.K., & Yokosawa, K.

Three-quarter view preference for three-dimensional objects in 8-month-old infants.

The 9th Asia-Pacific Conference on Vision. (2013年07月05日~2013年07月08日, Suzhou, China)

3 谷藤学、市川寛子、山下和香代、小林恵、金沢創、山口真美

下側頭葉視覚連合野の顔細胞が符号化している図形特徴に対する乳児の選択的注視。

第36回日本神経科学大会(2013年06月20日~2013年06月23日,京都)

4 Yamashita, W., Kanazawa, S., Yamaguchi M. K., & Kakigi, R.

Gaze direction affects the 3D face recognition in infant. 43rd NIPS International Symposium: Face Perception and Recognition. (2012年10月31日~2012年11月03日, 岡崎)

5 山下和香代・金沢創・山口真美・柿木隆介
視線方向は乳児の3次元顔認識に影響する - near infra-red spectroscopy (NIRS) による検討

第35回日本神経科学大会 (2012年09月18日~2012年09月21日, 名古屋)

6 山下和香代・新美亮輔・金沢 創・山口真美・横澤一彦

異なる視点からの画像に対する乳児の知覚。

日本視覚学会2012年夏季大会 (2012年08月06日~2012年08月08日, 山形)

7 Otsuka, Y., Ichikawa, H., Yamashita, W., Kanazawa, S., Bulf, H., Valenza, E., & Yamaguchi, M.K.

Do Faces Attract Young Infants' Attention? Examination of Attentional Shift Behavior in 4-Month-Old Infants.

18th Biennial International Conference on Infant Studies. (2012年06月07日~2012年06月09日, Minneapolis, USA)

8 Yamashita, W., Kanazawa, S., & Yamaguchi, M.K.

The effect of gaze direction on three-dimensional face recognition in infants.

18th Biennial International Conference on Infant Studies. (2012年06月07日~2012年06月09日, Minneapolis, USA)

9 山下和香代、金沢創、山口真美

乳児における顔の歪み方向に対する弁別能力の違い

第45回知覚コロキウム(2012年3月30日, 山梨)

10 山下和香代、金沢創、山口真美

視線方向の異なる顔観察中の乳児の脳活動計測

日本視覚学会 2012年冬季大会 (2012年1月21日, 東京)

11 山下和香代、金沢創、山口真美

視線方向の異なる顔観察中の乳児の脳活動計測

2011年包括脳ネットワーク夏のワークショップ (2011年8月22日, 神戸)

〔その他〕

ホームページ等

<http://kuris.cc.kagoshima-u.ac.jp/315569.html>

<http://c-faculty.chuo-u.ac.jp/̃ymasa/labo/gyoseki.html>

6. 研究組織

(1) 研究代表者

山下 和香代 (YAMASHITA, Wakayo)

鹿児島大学大学院理工学研究科・助教

研究者番号: 70580067