

科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成 30 年 6 月 18 日現在

機関番号：17701

研究種目：若手研究(B)

研究期間：2014～2017

課題番号：26730076

研究課題名(和文) 材質知覚に関する感覚間情報統合の発達メカニズム解明の実験的研究

研究課題名(英文) Experimental study of crossmodal material perception in infants

研究代表者

山下 和香代 (YAMASHITA, Wakayo)

鹿児島大学・理工学域工学系・助教

研究者番号：70580067

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 2,900,000円

研究成果の概要(和文)：表面材質知覚は物体を安定して知覚するためには欠かすことができない重要な機能である。こうした材質知覚は、物体表面材質音と、その材質が持つ視覚パタンから判別することができる。本研究では、表面材質の視聴覚情報統合の発達過程解明のため、視覚・聴覚刺激を統制した上で、乳児を対象に行動実験と脳活動計測実験を行った。使用した表面材質は金属と木であった。実験の結果、生後6-8カ月児においては表面材質の視聴覚情報を統合できる可能性があること、そしてそれは乳児の表面材質に対する親近性が関係している可能性があることが示唆された。

研究成果の概要(英文)：Material perception is an important and indispensable function for perceiving objects. Our perceptual system enables to extract properties of an object's material from visual and auditory information. In the present study we focused on audiovisual perception of object's material, and we performed behavioral experiment and brain activity measurement experiment for infants. We used the audiovisual material stimuli of two material categories, namely wood and metal, which were developed by Fujisaki et al. (2014). The results suggested that 1) 6- to 8-month-old infants could combined the auditory stimulus and the visual stimulus, 2) the development of the association of multisensory material properties may depend on the material's familiarity during the first half year of life.

研究分野：認知科学

キーワード：知覚 表面材質 クロスモーダル 乳児

1. 研究開始当初の背景

3次元物体認識に必要な手掛かりには視差や陰影、運動などがあるが、物体の表面材質も重要な手掛かりになる。乳児の表面材質の知覚に関する研究は、視覚刺激に対する行動実験 (e.g. Yang et al., 2011, 2013) や触覚刺激に対する行動実験 (e.g. Molina & Jouen, 1998) が行われてきた。一方で、「ざらざら」した表面は、その材質から発せられる音と、材質が持つ視覚パターンから判別できるように、表面材質知覚にとって、音も重要な手がかりをもつと考えられるが、視覚刺激と聴覚刺激をともに統制し、乳児の表面材質知覚を検討する研究は行われてこなかった。

我々は事物の素材や状態などの情報を随時あらゆる感覚器官で知覚し統合している。乳児における感覚間情報統合の研究はこれまでもあり (e.g. Aronson & Rosenbloom, 1971; Spelke, 1976; Meltzoff & Borton, 1979; Streri, 2003; Streri & Gentaz, 2004)。Wadaらは嗅覚刺激と視覚刺激を同時提示し、嗅覚刺激に対応している視覚刺激は対応していない視覚刺激よりも乳児の選好注視を引き出すことを報告している (Wada et al., 2012)。物体認識に関する視覚と聴覚の感覚間情報統合については、実物を利用した実験で5ヶ月児が物体とその音の関係を学習し弁別することが報告されている (Bower et al., 2012)。Bowerらの研究では物体の内容物 (乾燥した米/ボール) に着目しているが、物体の表面材質に着目し視覚と聴覚の感覚間情報統合を調べた研究はこれまでになかった。また実物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、視覚-聴覚同時提示で刺激を統制し検討するには不向きである。そこで、本研究では、様々な変動要因を統制するために、コンピュータグラフィックスで人工的に作成された3次元物体を利用し、変動要因をできる限り統制した上で、表面材質とその音の関係を感覚間で情報統合する発達メカニズムを解明するための実験的研究を行うこととした。

2. 研究の目的

3次元物体認識メカニズムの検討を更に深めるために、物体の表面材質知覚について視覚的側面に聴覚的側面を取り入れ乳児対象の行動実験・脳活動計測実験を計画し、その発達過程を検討することであった。

3. 研究の方法

3次元物体の表面材質とその音の関係を統制するために、Fujisaki et al. (2014) が作成した表面材質刺激を使用した。使用した材

質は金属と木であった。

(1) 行動実験

生後6-8ヶ月児を対象として表面材質とその材質音の感覚間情報統合の確立を調べる行動実験を行った。馴化脱馴化法を用い、1つの材質音とその表面材質の同時提示 (視覚-聴覚の感覚間情報は一致) に馴化後、新規の表面材質音に脱馴化が起こるかを観察した。もしも表面材質とその材質音を感覚間情報統合できているならば、表面材質音の変化に対して脱馴化がおきると予測した。

(2) 脳活動計測実験

言語獲得直前の生後4-8ヶ月児を対象として表面材質とその材質音を同時提示しているときの脳活動を近赤外分光法 (NIRS) を用い計測した。視覚-聴覚の感覚間情報が一致している条件と不一致の条件を比較した。

材質の知覚に関して、成人のfMRI研究において、腹側高次視覚野の活動は素材の知覚的印象の違い、例えば光沢の有無、規則性、透明感などを反映していると示されており (Hiramatsu et al., 2011)、サル電気生理学的研究においても、素材の違いを反映した活動がやはり腹側視覚経路の高次領野である下側頭皮質で報告されている (Köteles et al., 2008)。これらのことから、表面材質知覚に関する乳児の脳活動も側頭領域を中心にみられると予測した。

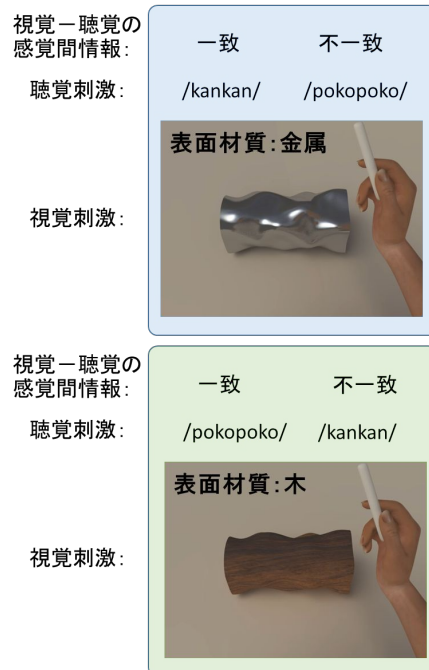


図: 実験で使用した視覚-聴覚刺激条件の関係

4. 研究成果

表面材質とその材質の感覚間情報統合の確

立について調べた行動実験の結果、生後6-8ヶ月児は表面材質とその材質音を感覚間情報統合できることを示した。まず、乳児は1つの表面材質とその材質音に馴化を示し、その馴化は使用した表面材質(金属と木)による違いはなかった。次に、材質音のみを変えて脱馴化が起きるかどうかが調べたところ、どちらの表面材質であっても関係なく脱馴化を示した。このことより生後6-8ヶ月頃では表面材質とその材質音を感覚間で情報を統合できることがわかった。

表面材質とその音の関係の一致/不一致を視覚-聴覚同時観察するときの生後4-8ヶ月児の脳活動を計測したところ、表面材質による違いがあった。表面材質が木の場合は、月齢によらず、表面材質とその材質音が一致している条件において右側頭領域で有意に脳活動が上昇した。また、表面材質が金属の場合は、生後6-8ヶ月児のみ表面材質とその材質音が一致している条件において右側頭領域で有意に脳活動が上昇した。表面材質とその材質音が一致している条件での脳活動の上昇の結果は、視覚表象と音表象の統合(音象徴性)に関わる右 pSTS (成人 fMRI: Kanero et al., 2014)の脳活動と関与している可能性を示し、リアルな質感を持つ物体の視聴覚統合の発達に音象徴性が関わることを示唆する結果となった。表面材質による結果の違いは、乳児の表面材質への日常における親近性が関係している可能性がある。このことについては更なる研究を遂行中である。

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2件)

(1) Ujiie, Y., Yamashita, W., Fujisaki, W., Kanazawa, S. & Yamaguchi, M. K.. Crossmodal association of auditory and visual material properties in infants. *Scientific Reports*, in press (DOI:10.1038/s41598-018-27153-2) 査読有り

(2) Yamashita, W., Matsumoto, A., Larkins, G., Kitaoka, A. & Tsujimura, S.. Investigation of the Fraser-Wilcox illusion based on photoreceptor stimulations. *Proceeding of 13th Association Internationale de la Couleur (AIC) International congress. AIC Congress 2017*, PS03-09, pp.1-4, 2017, 10 <http://hdl.handle.net/10232/00029925> 査読有り

[学会発表](計10件)

(1) Yuta Ujiie, Wakayo Yamashita, Waka Fujisaki, So Kanazawa, Masami K. Yamaguchi.

Crossmodal association of auditory and visual material properties in infants. The 19th Annual International Multisensory Research Forum. Talk session T3-3 (Developmental Perspectives 16th June), 2018年

(2) Wakayo Yamashita, Akiko Matsumoto, Gerald Larkins, Akiyoshi Kitaoka, Sei-Ichi Tsujimura. Investigation of the Fraser-Wilcox illusion based on photoreceptor stimulations. The 13th Association Internationale de la Couleur (AIC) International congress. PS03-09, 2017年

(3) Su-Ling Yeh, Sung-en Chien, Akiko Matsumoto, Wakayo Yamashita, Sei-ichi Tsujimura. Increased stimulation of ipRGCs affects achromatic spatial contrast sensitivity. The 40th European Conference on Visual Perception. Talk session (spatial vision on Tue. 29th August), 2017年

(4) Wakayo Yamashita, Sei-ichi Tsujimura. A temporal Difference between Cone- and melanopsin-mediated Signals in Pupillary Pathway. The 13th Asia-Pacific Conference on Vision. P2.16, 2017年

(5) I-Tan Weng, Yi-Chuan Chen, Li Chu, Akiko Matsumoto, Wakayo Yamashita, Sei-Ichi Tsujimura, Su-Ling Yeh. Dissociating the roles of background color and ipRGCs on audiovisual integration. The 13th Asia-Pacific Conference on Vision. P3.21, 2017年

(6) Pei-Ling Yang, Sei-ichi Tsujimura, Akiko Matsumoto, Wakayo Yamashita, Su-Ling Yeh. Time Stays Still under Blue Light: Subjective Time Expansion with Increased Stimulation Level of Intrinsically Photosensitive Retinal. The 13th Asia-Pacific Conference on Vision. T22.26, 2017年

(7) Sung-en Chien, Akiko Matsumoto, Wakayo Yamashita, Sei-ichi Tsujimura, Su-Ling Yeh. Increased ipRGC Stimulation Enhances Spatial Contrast Sensitivity at Low Spatial Frequencies in Peripheral Vision. The 13th Asia-Pacific Conference on Vision. T21.21, 2017年

(8) Yuta Ujiie, Wakayo Yamashita, Waka Fujisaki, So Kanazawa, Masami K. Yamaguchi. The activation of the temporal area during audiovisual material matching in infants.

Vision Sciences Society 17th Annual Meeting, 33.3046, 2017 年

(9) Wakayo Yamashita, Yumiko Otsuka, Ayanori Tanaka, Kazuki Sato, So Kanazawa, Masami K. Yamaguchi. Infants' visual discrimination of mirror letter images. The 10th Asia-Pacific Conference on Vision. P2-30, 2014 年

(10) Wakayo Yamashita, So Kanazawa, Masami K. Yamaguchi. Effects of geometric distortions on infant's face recognition. The 2014 International Conference on Infant Studies, 1-009, 2014 年

〔その他〕
ホームページ等

6. 研究組織

(1) 研究代表者

山下和香代 (YAMASHITA, WAKAYO)
鹿児島大学・理工学域工学系・助教
研究者番号：70580067