

平成 30 年 6 月 11 日現在

機関番号：32641

研究種目：研究活動スタート支援

研究期間：2016～2017

課題番号：16H07207

研究課題名(和文)近赤外分光法を用いた定型・非定型における視聴覚統合の脳内機構の解明

研究課題名(英文)A study on the development of multisensory perception in infants using functional near-infrared spectroscopy

研究代表者

氏家 悠太(Ujiie, Yuta)

中央大学・研究開発機構・助教

研究者番号：60781789

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 2,390,000円

研究成果の概要(和文)：本研究では、定型発達者を対象に、「音声言語」や「物体」の視聴覚統合の脳内機構を近赤外分光法(NIRS)を用いて明らかにし、さらに自閉症スペクトラム障害(ASD)との関連性をアナログ研究の手法により検討した。主な結果として、乳児期の視覚機能の発達とともに、まず「物体認識」の視聴覚統合が発達し、続いて言語獲得に向けて、生後8ヶ月から「音声言語」の視聴覚統合が発達することを示した。ASDにおける「音声言語」の視聴覚統合について、McGurk効果を利用して、顔刺激の操作により検討を行い、ASDにおけるMcGurk効果の弱さが顔と音声の視聴覚統合の脆弱性を反映することを示した。

研究成果の概要(英文)：Adults experience a strong association between auditory and visual information, which works well to judge what an object is or to understand what another person says. It is believed that this adaptive function develops from birth and its neural basis is formed during infancy. However, the specifics of when and how the neural basis is developed remain unclear. This project examined the question of when we acquire the neural representation for processing audiovisual speech and objects' information. Our results show that the association between visual and auditory material property is developed during the first half year of life. Our findings suggest that the association of audiovisual speech information is acquired at around 8 months. Furthermore, we found that individual differences in audiovisual speech perception is related to autism-like traits among people at ages in which they had already acquired the association between auditory and visual information.

研究分野：実験心理学

キーワード：視聴覚統合 NIRS 音声言語 物体認識 質感

1. 研究開始当初の背景

McGurk 効果 (McGurk & MacDonald, 1976) は音声と口の動きが異なる場合に、別の音声として知覚が生じる錯覚であり、「音声言語 (speech)」の視聴覚統合の指標として利用されている (Tiippana, 2014)。発達研究では、4-6 歳児は成人と比べ McGurk 効果が弱く、就学以降、成人と同レベルに達すると示されている (Massaro et al., 1986)。

McGurk 効果に代表される、「音声言語」の視聴覚統合は適応的な機能の一つであり、統合の障害がコミュニケーションの障害に繋がると考えられている (de Gelder & Bertelson, 2003)。自閉症スペクトラム障害 (ASD) では、主な症状として対人コミュニケーションの困難さを持ち、自閉症スペクトラム障害児では McGurk 効果が弱いことが行動研究によって報告されている (de Gelder et al., 1991; Mongillo et al., 2008)。成人の fMRI 研究 (Nath et al., 2012) では、McGurk 効果の生起には左上側頭溝の活動が関わると報告されている。この活動が 4-6 歳児における McGurk 効果の低下と自閉症スペクトラム障害児における McGurk 効果の低下に関与していると考えられる。

「音声言語」の視聴覚統合に脆弱性を持つ自閉症スペクトラム障害児が、「物体」の視聴覚統合においても障害を持つのかは明らかでない。「物体」認識では、視覚や聴覚など現実世界に存在する複数の感覚情報が統合され、多様な質感のあるリアリティを持った物体として認識される。視聴覚統合一般の機能では、リアルな質感を持つ「物体」を認識する高次な統合は必須である。これまでの自閉症スペクトラム障害のクロスモダリティ研究では、リアルな質感を持つ「物体」を認識する際の統合過程については検討されてこなかった (Irwin et

al., 2011; Stevenson et al., 2014)。しかしながら、比較対象となる定型発達での「音声言語」と「物体」の視聴覚統合の発達過程について、特にその脳内機構については不明な点も多い。そこで本研究では、定型発達者を対象に、「音声言語」や「物体」の視聴覚統合の脳内機構を明らかにし、自閉症スペクトラム障害との関連性をアナログ研究の手法により検討した。

2. 研究の目的

本研究では、「音声言語」や「物体」の視聴覚統合の脳内機構について、近赤外分光法 (NIRS) を用いて計測を行った。近赤外分光法 (NIRS) は計測にかかる負荷が少なく、乳幼児、発達障害児にも対応可能な簡便な脳計測手法である。本研究では、視聴覚情報の統合処理に関与する上側頭溝 (e.g., Beauchamp et al, 2004) をターゲット領域として、計測を実施した。

第一の課題として、「物体」認識にかかわる視聴覚統合を検討する。質感があり身近にある素材を最新のコンピュータグラフィック (CG) 技術により再現した刺激を用いて、「物体」の視聴覚統合について検討する。

第二の課題として、「音声言語」にかかわる視聴覚統合を検討する。「音声言語」の視聴覚統合では、母音を用いて、音声と口の動きのマッチングにおける脳内機構を検討した。「音声言語」の視聴覚統合には左上側頭溝の活動が関与し、その領域の活動低下が視聴覚等統合の脆弱性に関わると考えられている。一方で、「音声言語」の視聴覚マッチングが獲得される乳児期に、左上側頭溝の活動が視聴覚統合に関与することを直接的に示した研究はこれまでない。そのため、定型発達の乳幼児を対象に、「音声言語」の視聴覚統合の脳内機構を検討した。

最後に、自閉症スペクトラム指数日本語版 (Autism spectrum Quotient; AQ, Baron-Cohen et al., 2001; Wakabayashi et al., 2004) を用いて、アナログ研究の手法により、ASD における McGurk 効果の低下の要因について、行動指標を用いて検討を行った。

3. 研究の方法

(1) 「物体」認識にかかわる視聴覚統合の脳内機構：素材質感を持つ「物体」は、その物体を叩いた際に発する音と、物体の表面材質が一致することにより成立する。実験では、視覚と聴覚が一致した刺激と不一致の刺激を呈示し、それらの刺激を見ている際の脳活動を、NIRS を用いて測定した。

(2) 「音声言語」にかかわる視聴覚統合の脳内機構：「音声言語」の視聴覚マッチングでは、話者の音声と口の動きが一致することにより成立する。実験では、日本人の母音 (/a/, /i/) の発話を撮影し、音声と口の動きが一致した刺激 (音声/a/, 口の動き/a/) と不一致の刺激 (音声/a/, 口の動き/i/) を用いて、刺激観察中の上側頭溝に相当する領域の脳血流量を NIRS により測定を行った。仮説として、音声と口の動きのマッチングが発達している場合、一致刺激観察中の乳児の左側頭の脳血流量が増加すると予測した。

(3) ASD における視聴覚統合の脆弱性に関わる要因の検討：McGurk 効果 (McGurk & MacDonald, 1976) は、音声と口の動きが異なる映像を見た際、顔と声が統合されることで別の音声として知覚が生じる錯覚であり、錯覚の抑制・促進には顔知覚が影響すると考えられている (Jordan & Bevan, 1997; Rosenblum et al., 2000)。自閉症スペクトラム障害 (ASD) では McGurk 効果が弱いことが示されているが (de Gelder et al., 1991)、視聴覚統合の脆弱性を反映しているのか、あるいは統合前の顔処理の段階

で困難性が生じているのは明らかでない。この点について、自閉症スペクトラム指数 (AQ) を用いて、顔刺激の呈示方法を操作し、McGurk 効果の弱さが生じる要因をアナログ研究の手法により検討した。

4. 研究成果

本研究では、定型発達者を対象に、「音声言語」や「物体」の視聴覚統合の脳内機構を明らかにし、自閉症スペクトラム障害との関連性をアナログ研究の手法により検討した。

2016 年度は、乳幼児と成人を対象に、物体認識の視聴覚統合の脳内機構について検討した。実験では、材質から発せられる音 (聴覚情報) とその表面材質 (視覚情報) が一致した刺激と不一致の刺激を用いて、刺激観察中の、上側頭溝に相当する領域の脳血流量を、NIRS を用いて計測した。乳児を対象とした結果では、表面材質とその材質から発せられる音が一致した刺激を観察した際、不一致の刺激と比べて、右側頭領域の有意な脳血流量増加が見られた。これらの成果の公表に関して、国内学会、多元質感知の班会議や公開フォーラム (質感のつどい) などにおいて研究発表を行った。

2017 年度は、主に乳幼児を対象に、「音声言語」の視聴覚統合の脳内機構を検討した。実験では、日本人の母音 (/a/, /i/) を用いて、音声と口の動きが一致した刺激 (音声/a/, 口の動き/a/) と不一致の刺激 (音声/a/, 口の動き/i/) を観察中の左側頭領域を NIRS により測定した。実験の結果は、8-9 ヶ月の乳児では、音声と口の動きが一致した刺激を観察する際、不一致の刺激と比べ、左側頭における脳血流量の有意な増加が見られた。この結果、生後 8 ヶ月から、左上側頭溝を含む左側頭領域の活動が音声と口の動きの統合に関与することが示された。また、ASD における McGurk 効果の脆弱性について、顔刺激の操作により、視聴覚統

合の脆弱性を反映しているのか、あるいは統合前の顔処理の段階で困難性が生じているかを検討した。結果では、顔刺激の操作によって McGurk 効果の生起率に変化はあるものの、AQ 得点の高い成人は安定して McGurk 効果の弱さが見られ、ASD における McGurk 効果の弱さは、顔と音声の視聴覚統合の脆弱性を反映していることが示唆された。とこれまでに得られた成果を、国内学会（視覚学会）や国際学会（Vision Science Society）、複数のシンポジウム（International Society for Theoretical Psychology、基礎心理学フォーラム、間とあいだの現象学）にて発表を行った。

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3件)

1. Ujiie, Y., Asai, T., & Wakabayashi, A. (2018). The relationship between level of autistic traits and local bias in the context of the McGurk effect. *Experimental Brain Research*. 236(4), 973–984. (査読有り)
2. Tokuda, T., Ikeda, T., Monden, Y., Mizushima, S. G., Inoue, T., Nagashima, M., Shimamura, K., Arakawa, A., Kobayashi, M., Kuroiwa, C., Ujiie, Y., Dan, H., Kyutoku, Y., Taniguchi, T., Shimoizumi, H., Yamagata, T., Yamaguchi, M. K., 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 NearInfrared Spectroscopy Study.

Neuropsychiatry, 8(2), 739-744. (査読有り)

3. 氏家悠太 (2018). 視覚発達から読み解く発達障害の見る世界. 月刊発達教育, 1月号, pp. 4-11. (査読無し・依頼論文)

〔学会発表〕(計8件)

1. Ujiie, Y., Yamashita, W., Fujisaki, W., Kanazawa, S., & Yamaguchi, M.K. The activation of the temporal area during audiovisual material matching in infants. VSS 2017 meeting. Tampa (U.S.A.), May, 2017
2. Ujiie, Y. (2017) The McGurk effect and autistic traits: An analogue perspective. "Psychology of the face: inter-individual, inter-cultural, and inter-disciplinary approach." (Symposium organizer and presenter), International Society for Theoretical Psychology, Tokyo, Japan, Aug, 2017
3. 氏家悠太 「音声言語」と「物体認識」の視聴覚統合. 「間とあいだの現象学」, 東京, 2018年3月
4. 氏家悠太 日本語母語乳児における McGurk 効果の処理過程の検討, 「2017年度第2回日本基礎心理学会公開フォーラム」, 愛媛, 2018年1月
5. 氏家悠太・金沢創・山口真美 乳児における身近な物質の視聴覚統合. 日本視覚学会 2018年冬季大会, 東京, 2018年1月
6. 氏家悠太・金沢創・山口真美 日本語母語乳児における発話者への視覚的注意の発達的变化. 日本視覚学会 2017年夏季大会, 島根, 2017年9月
7. 氏家悠太・金沢創・山口真美 fNIRSを用いた乳児における音声言語の視聴覚統合の脳内機構. 脳機能イメージング学会 2017年大会, 東京, 2017年7月
8. 氏家悠太・山口真美 音声言語の視聴覚統合における脳内機構の発達の検討.

日本視覚学会 2016 年夏季大会(新潟コン
ベンションセンター), 新潟, 2016 年 9
月

〔その他〕
ホームページ等
<http://c-faculty.chuo-u.ac.jp/~ymasa/labo/ujie.html>

6 . 研究組織
(1)研究代表者
氏家 悠太 (Ujiie Yuta)
中央大学・研究開発機構・機構助教
研究者番号 : 60781789