

令和 5 年 6 月 20 日現在

機関番号：33908

研究種目：若手研究

研究期間：2020～2022

課題番号：20K14265

研究課題名（和文）乳児期における身体所有感の発達—ラバーハンド錯覚を用いた検討—

研究課題名（英文）The development of body ownership in infants - a rubber hand illusion study -

研究代表者

楊 嘉樂 (Yang, Jiale)

中京大学・心理学部・講師

研究者番号：80844703

交付決定額（研究期間全体）：（直接経費） 2,800,000円

研究成果の概要（和文）：身体所有感の発達プロセスは未だ解明されていないため、本研究では、定常状態視覚誘発電位（SSVEP）を用い、多感覚統合による身体所有感の発達を検討した。実験では、金属棒が手の甲に接触するフリッカ映像を乳児に観察させ、映像に同期して実際の接触がある条件と、まったく接触しないでSSVEP誘発量を比較した。その結果、8ヶ月児では、触覚刺激なし条件と比べ、触覚刺激あり条件のSSVEP誘発量が高いことが判明した。しかし、この条件差は4ヶ月児にみられなかった。これらの結果から、多感覚入力を統合した身体表象は生後7-8ヶ月で既に発達していることが示され、身体所有感は生後発達によって獲得されると示唆された。

研究成果の学術的意義や社会的意義

この研究は、身体所有感の発達に焦点を当て、学術的には認知科学や発達心理学の分野に新しい知見を提供する。特に、生後7-8ヶ月の乳児が身体に関する多感覚情報を統合し、身体所有感を形成する能力を持っていることが示された。これは、身体所有感の発達プロセスを理解する上で重要である。社会的意義としては、この知見が乳児の早期教育や健康プログラムの設計に貢献する可能性がある。多感覚刺激の重要性を認識し、それを活用して乳児の発達を支援する効果的な戦略を考える手助けになるだろう。

研究成果の概要（英文）：The development of sense of body ownership is not yet well understood. In present study, we used Steady-State Visually Evoked Potentials (SSVEP) to investigate the development of sense of body ownership generated by multisensory integration. In the experiment, infants observed a flickering video of a metal tube stroking the back of the hand. The SSVEP amplitude induced was compared between conditions where the actual touch was synchronized with the video, and conditions where there was no touch at all. We found that the SSVEP amplitude induced in the condition with tactile stimulation was higher than in the condition without tactile stimulation only in 8-month-old rather than 4-month-old. These results suggested that the body representation integrating multisensory inputs is already developed by 7-8 months of age, and body ownership is acquired through postnatal development.

研究分野：知覚心理学

キーワード：身体所有感 乳児 定常状態視覚誘発電位

1. 研究開始当初の背景

自己の身体を「自己」の一部として認識し、他者の身体から区別するという感覚は、身体所有感と呼ばれる。自己の身体を所有する感覚は、身体意識を構成する重要な要素であり、古くから哲学や心理学において議論がなされている。ラバーハンド錯覚(Rubber Hand Illusion: RHI; Botvinick & Cohen, 1998)という身体所有感を変容する手法の発見により、実験心理学および脳機能イメージングの手法を用いた検討が急速に進んでいる。近年の研究では、身体感覚および身体意識は、多くの感覚モダリティを通じて情報を統合することに大きく依存していることが判明され、複数の脳領域や神経ネットワークが、身体的な多感覚情報を統合し、身体的な自己認識を符号化するために特化していることが明らかにされている (Tsakiris et al., 2007; Blanke, 2012)。一方で、ヒトが身体意識や身体所有感をどのように獲得するかは知られていない。本研究では、言葉を持たない乳児を対象に、身体所有感と身体意識の発達の起源をたどることを目指していた。

発達研究では、新生児でも身体に関する視・触覚情報の一致を知覚できると報告されている (Filippetti et al., 2013)。さらに5ヶ月児が、自分の足のライブ映像と、プレイバックの映像を区別できることから、視覚情報と自己受容感覚情報の一致を検出できることが示されている (Bahrick & Watson, 1985)。視覚情報・触覚情報及び自己受容感覚情報の一致は、生後5ヶ月から検出できるため、それ以降に一致した多感覚情報を統合することにより、身体所有感を獲得している可能性が考えられる。

2. 研究の目的

本研究の目的は、発達初期に身体所有感と身体意識がどのように獲得されるかを明らかにすることである。乳児が言語をもたないため、身体所有感と身体意識などの主観報告ができない。そのため、本研究は、Van der Hoort ら(2017)の課題を参照し、主観報告が必要としない課題を開発した。

3. 研究の方法

Van der Hoort ら(2017)では、身体所有感が、視覚的アウェアネスに影響するかを調べた。実験では、ヘッドマウントディスプレイ (HMD) を利用し、手を擦る映像を提示しながら、映像と同じ触覚刺激を実験参加者の手に提示した。実際の触覚刺激と、HMD に提示した視覚刺激が同期したときに、RHI が生じたことが確認された。さらに、連続フラッシュ抑制 (Continuous Flash Suppression; CFS) の状態から、手の視覚刺激へのアウェアネスが生起する累積時間を計測した結果、その累積時間が主観報告した RHI の強さと相関することが判明された。この結果から、身体所有感によって視覚的アウェアネスが変調されることが考えられる。視野闘争が起きるときの視覚的アウェアネスは、後頭部から計測する定常状態視覚誘発電位 (steady state visual evoked potential; SSVEP) と相関する (Brown & Norcia, 1997) ため、本研究は、触覚刺激が手の視覚刺激から生じる SSVEP を影響するかを調べることで、間接的に身体所有感および身体意識の発達を検討した。

実験では、4ヶ月児と8ヶ月児を被験者とし、金属棒が手の甲に接触するフリッカ映像を観察させ、映像に同期して実際の接触がある条件と、まったく接触しないで SSVEP 誘発量を比較した。SSVEP を誘発するため、映像は 7.5 Hz でフリッカさせた。実験 1 では、乳児は金属棒で撫でられる手のフリッカ映像を観察しながら、乳児たちは自分の手に同時に撫でられる刺激を受けた条件 (触覚-視覚条件) が、受けなかった (ベースライン条件) 条件を設けた。成人では同期した触覚-視覚刺激が手に対する視覚的アウェアネスを高める (Van der Hoort et al., 2017) ため、触覚-視覚条件でベースライン条件よりも SSVEP 誘発量が大きいと予測した。この SSVEP 誘発量の増加が、多感覚統合によって形成される身体表象に起因するものなのか、それとも身体知覚と無関連で、刺激における触覚と視覚の相関を検出することによるものなのかを検証するために、身体と無関連の視覚刺激 (実験 2) と倒立した手 (実験 3) を用い、追加実験を行った。

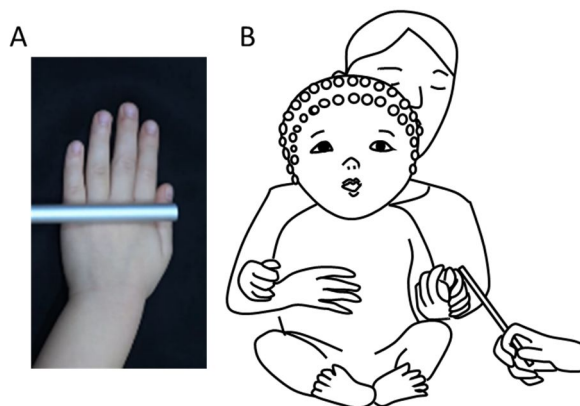


図1. 実験1のセットアップ。(A) 乳児は、金属棒で左手が撫でられる様子のビデオを観察。(B) 触覚-視覚条件では乳児は、7.5 Hz で点滅するビデオを観察しながら、視覚刺激と同期した触覚刺激を受ける。

4. 研究成果

結果の解析には、触覚刺激に注意を向けず視覚刺激を注視している試行のみを用いた。SSVEPの誘発量として、信号のSN比を算出した。

(1) 実験1の結果、8ヶ月児において、触覚刺激なし条件と比べ、触覚刺激あり条件のSSVEP誘発量が高いことが判明されたが、4ヶ月児では、2つの条件のSSVEP誘発量に差がみられなかった。この結果から、多感覚入力を統合した身体表象は生後4-8ヶ月の間で発達することが示された。すなわち、身体所有感は生得ではなく、生後の多感覚経験によって発達することが示唆された。

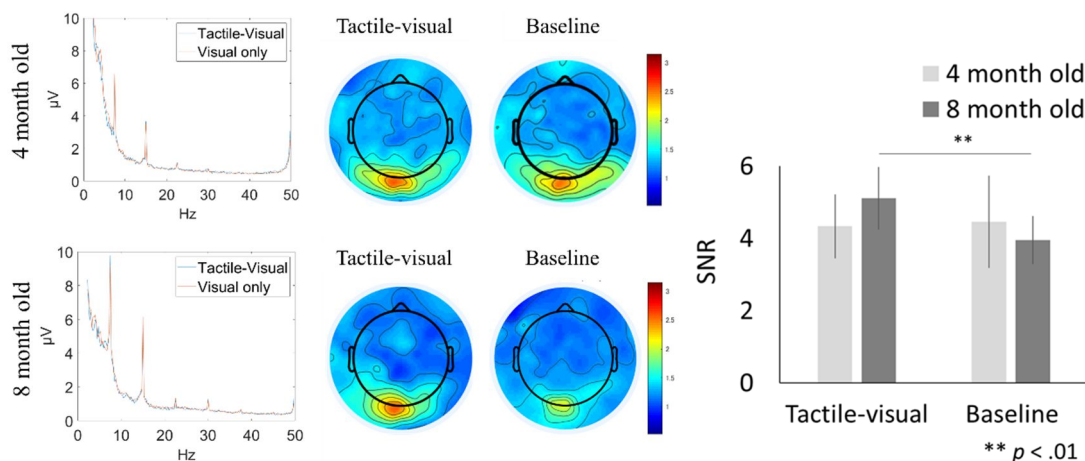


図2. 実験1の結果。(左)振幅スペクトル。(中)信号のSN比のトポグラフィー。(右)チャンピオンチャンネルの信号のSN比。

(2) 実験2では、身体と無関連の視覚刺激として、ぬいぐるみの映像を提示した。実験1で8ヶ月児において観察された視覚処理の触覚による増強が、身体表象との関わりがなければ、身体と無関連の視覚刺激でも触覚による視覚処理の増強を再現することができると予測した。しかし、実験1で観察されたSSVEP誘発量の増加は確認されなかった。

(3) 実験3では、実験1で8ヶ月児に観察されたSSVEP誘発量の増加が、自分の身体に関わる情報処理であったかを確認した。実験3の方法は実験1と同じであったが、手の視覚刺激を倒立で提示した。倒立によって提示される視覚刺激の姿勢が乳児の自身の身体の姿勢と矛盾している。このような操作は、大人において体の所有感を低下させることが知られている(Tsakiris & Haggard, 2005)。したがって、実験1で8ヶ月児において観察された視覚処理の触覚による増強が、乳児自身の身体表象を知覚することによって引き起こされるものであれば、SSVEP誘発量の増加が小さくなるかを予測した。しかし、実験2と同様に、実験1で観察されたSSVEP誘発量の増加は確認されなかった。

これらの結果をまとめると、4ヶ月から8ヶ月の間に、脳内の触覚と視覚のクロスモーダル相互作用が、乳児自身の身体に関連する特定の特性や空間的な視覚の手がかりにチューニングしていくことが示される。8ヶ月児では、視覚と触覚の情報が同期することで、身体に特有な視覚処理が増強されることが示される。この増強には、身体に特有な情報が必要であることが明らかである。一方で、4ヶ月齢の乳児で視覚処理の増強が観察されなかった理由として、触覚と視覚の間の大脳皮質の相互作用におけるフィードバックが未熟であると、自分自身の体と他人の体を区別できない、といった可能性が考えられる。

<引用文献>

Bahrack, L. E., & Watson, J. S. (1985). Detection of intermodal proprioceptive-visual contingency as a potential basis of self-perception in infancy. *Developmental psychology, 21*(6), 963.

Blanke, O. (2012). Multisensory brain mechanisms of bodily self-consciousness. *Nature Reviews Neuroscience, 13*(8), 556-571.

Botvinick, M., & Cohen, J. (1998). Rubber hands 'feel' touch that eyes see. *Nature, 391*(6669), 756-756.

Brown, R. J., & Norcia, A. M. (1997). A method for investigating binocular rivalry in real-time with the steady-state VEP. *Vision research, 37*(17), 2401-2408.

Filippetti, M. L., Johnson, M. H., Lloyd-Fox, S., Dragovic, D., & Farroni, T. (2013). Body

perception in newborns. *Current Biology*, 23(23), 2413-2416.

Tsakiris, M., Hesse, M. D., Boy, C., Haggard, P., & Fink, G. R. (2007). Neural signatures of body ownership: a sensory network for bodily self-consciousness. *Cerebral cortex*, 17(10), 2235-2244.

Tsakiris, M., & Haggard, P. (2005). The rubber hand illusion revisited: visuotactile integration and self-attribution. *Journal of experimental psychology: Human perception and performance*, 31(1), 80.

van der Hoort, B., Reingardt, M., & Ehrsson, H. H. (2017). *Body ownership promotes visual awareness*. *ELife*, 6, e26022.

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計1件（うち査読付論文 1件 / うち国際共著 1件 / うちオープンアクセス 1件）

1. 著者名 Yang, J, Yamaguchi, M. K, Bremner, A. J	4. 巻 1
2. 論文標題 Development of body representations in human infancy	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Philosophy & cultural embodiment 1	6. 最初と最後の頁 18,28
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） なし	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている（また、その予定である）	国際共著 該当する

〔学会発表〕 計0件

〔図書〕 計0件

〔産業財産権〕

〔その他〕

-

6. 研究組織

氏名 （ローマ字氏名） （研究者番号）	所属研究機関・部局・職 （機関番号）	備考
---------------------------	-----------------------	----

7. 科研費を使用して開催した国際研究集会

〔国際研究集会〕 計0件

8. 本研究に関連して実施した国際共同研究の実施状況

共同研究相手国	相手方研究機関
---------	---------