

科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成 28 年 6 月 29 日現在

機関番号：31304

研究種目：基盤研究(C) (一般)

研究期間：2013～2015

課題番号：25330173

研究課題名(和文) 感覚情報統合知覚の瞬間的生成過程に関する検討

研究課題名(英文) Momentary integration of intra- and inter-modal sensory information

研究代表者

河地 庸介 (KAWACHI, YOUSUKE)

東北福祉大学・感性福祉研究所・講師

研究者番号：20565775

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 3,700,000円

研究成果の概要(和文)：刻々と変化し続ける環境から脳は様々な感覚情報を受け取り、瞬間的に情報を統合して意味のあるイベント表象を生成していると考えられる。我々はこの瞬間的統合過程を周期的な刺激呈示ではなく瞬間呈示法を用いて研究を行った。(1) 視覚属性である色と運動情報の統合は反応選択レベルにおいてはじめて完了する可能性が示唆された。(2) 脳は単一の音刺激とその前後100ms内に存在する複数の視覚事象を統合して視覚事象がもつ曖昧性を解決できることを示した。(3) 運動する物体の近接とともに呈示される音刺激により視覚運動物体の位置がずれて知覚されることを示した。これらの知見は感覚情報の瞬間統合の理解に寄与すると考える。

研究成果の概要(英文)：A potential mechanism of event representation in the brain is momentary integration of intra- and inter-modal sensory information from an ever-changing environment. We investigated the momentary integration process by using a one-time stimulus presentation, not a periodic one. (1) We showed that color-motion (intra-modal) integration processing can cease only after the response selection level. (2) When using a single auditory cue, the brain can resolve the ambiguity of the motion of multiple pairs of disks presented within a temporal window of approximately 100 ms. (3) We showed the visual mislocalization effect in a complex stimulus configuration of objects with opposing trajectories and a tone presented around the instant of the objects' closest distance. These findings contribute to the understanding of the momentary integration of sensory information.

研究分野：認知科学

キーワード：感覚情報統合 実験心理学 脳科学

1. 研究開始当初の背景

眼前に広がる環境の知覚は、努力を要せずに瞬間的にできる(ように感じる)。例えば、赤い車が走る光景を見ると、赤、運動方向や車の形という複数の情報を1つのまとまりとして組み合わせようとは意識しない。しかし、潜在的に、色・運動・形態という各視覚(特徴)情報を個々別々に脳内で分析し、取捨選択された感覚情報をまとめ上げるという処理を経て知覚は生成される(河地・行場, 2008; Treisman, 2006)。

色や運動等の個別の感覚情報を分析する仕組みは従来検討がなされてきたが、瞬間的に感覚情報を統合して知覚を生成する心・脳の情報処理とその時間的限界は明確になっていない。

2. 研究の目的

本研究の目的は、瞬間的に生成される統合知覚の背後にある心理過程・脳内表現の一端を明らかにすることである。

先行研究で用いられる周期的かつ数秒間持続する刺激呈示(Holcombe, 2009)では、刺激呈示後、種々の潜時をもって機能するあらゆる心的・脳内過程の関与を許してしまい、瞬間的に生じる統合知覚のダイナミクスを支える心的・脳内過程を捉えることは困難である。そこで本研究では、先行研究の刺激・測定法の時間分解能の低さを克服するため、色と運動等の個々の感覚情報を組み合わせた統合刺激の瞬間呈示法(以下に述べるマスキング法等)を用いた研究を展開する。

3. 研究の方法

(1) 色と運動情報の瞬間的統合過程

色情報と運動情報を組み合わせた結合刺激の見えに制限を課すマスキング法を用いて、結合刺激の呈示からマスクを呈示するまでの時間間隔(呈示時間)を変化させて統合知覚が完成するまでの所要時間を測定した。実験被験者は刺激呈示後に示される結合刺激選択肢の中から呈示された結合刺激を選び出した。

(2) 一対多の瞬間的視聴覚統合

感覚間情報統合の様式が必ずしも刺激間の一対一の対応関係には限られない可能性を検討するために、2つの物体が交差する運動軌道をもち、通過もしくは反発事象の知覚がなされる「通過・反発刺激」を複数用意し、各刺激の運動軌道が2次元画面上の1点で直交する「多重通過・反発刺激」を作成した(図1)。各刺激の交差するタイミングに時間差(0-250ms)を設け、いずれかの刺激の交差時に、反発知覚を誘発する音刺激の提示の有無を操

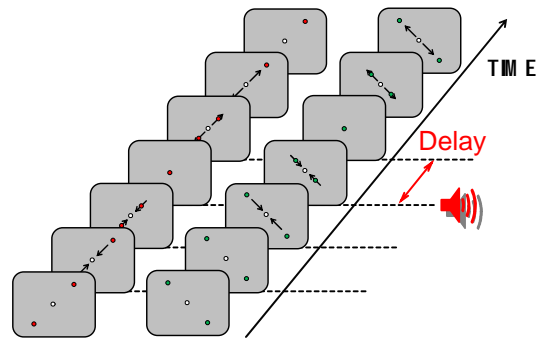


図1 多重通過・反発刺激

図示のため、2つの通過・反発刺激が別々の刺激系列として示されている。

作した。実験参加者は、複数の通過・反発刺激が反発知覚されたか否かを判断した。

(3) 視聴覚統合に伴う位置ずれ現象

視・聴覚情報を瞬間的に選び出して統合する際に、視覚的物体の空間的位置がずれて知覚される現象を検証するために、「通過・反発刺激」を用いて、実験参加者に物体が交差したか否かの判断を求めた。加えて2つの物体が通過する、もしくは反発するように知覚されたかを判断した。また、交差タイミングと音の間に遅延時間(±0-390ms)を挿入した。

4. 研究成果

(1) 色と運動情報の瞬間的統合過程

結果は以下の3点にまとめられる。1. 色と運動情報では運動情報を知覚の方が必要となる呈示時間がわずかに短い。2. 色・運動情報の知覚よりも両情報を統合した形での知覚の方がより長い呈示時間を必要とする。3. 同一の結合刺激の知覚に必要な呈示時間は回答選択肢の種類により異なる。これらの知見は、視覚系は初期視覚野において各感覚情報を分離せずに処理するのではなく、個別に処理された情報を後に統合する可能性、さらには反応選択段階まで諸情報は十分に統合されていない可能性を示唆している。

(2) 視聴覚情報の分離と統合

1つの音刺激呈示に対して-60msから120msの範囲に複数の視覚事象が生じた場合には錯視(反発知覚)が生じ、一対多数の視聴覚情報が統合されていることが明らかとなった。生体は常に一対一の視聴覚情報の統合を優先できるわけではなく、状況に応じて一対多の視聴覚統合を行うことが示唆された。

(3) 視聴覚情報の瞬間的統合に伴う空間的位置ずれ

音刺激と物体の交差のタイミングが時間的に近接しているときにのみ、物体が交差して

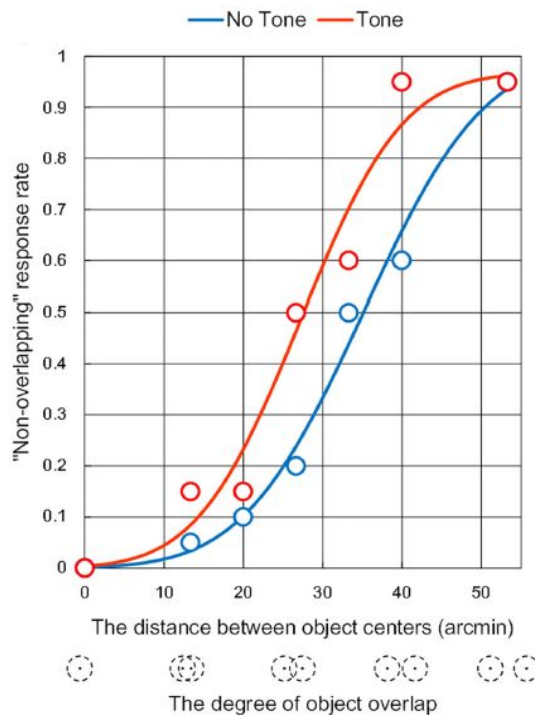


図2 視聴覚統合に伴う位置ずれ現象
2つの物体が最も近接したときに音を呈示すると2つの物体が実際よりも離れているように知覚される。

いないように知覚される位置ずれ現象を確認した(図2)。従来、空間位置の判断には視覚が最も信頼できる情報を提供するとされてきたため、信頼できる空間位置情報を持たない聴覚刺激により視覚的物体の位置ずれ知覚が生じるというのは稀有な現象であるといえる。この位置ずれ知覚は、通過・反発錯視のように複数の物体を含み、物体の運動方向の知覚などが難しくなる状況においてのみ生じることから、複雑な物理的環境内での感覚間統合知覚の理解に貢献する知見となることが期待できる。

(4) その他

「通過・反発刺激」を観察しているときの視聴覚統合過程についてfMRIと機械学習を組み合わせた方法を用いて検討を行っている。さらに、感覚情報の統合にかかわる脳部位間の連絡を検討するためにrsfMRI(resting-state functional MRI)やDTI(diffusion tensor imaging)を用いた検討もあわせて行っている。また、統合失調型パーソナリティと高群・低群を分類し、瞬間的統合に深く関与すると思われる注意処理の特性を検討するための研究に着手した。

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) Kawachi, Y. (2016). Visual Mislocalization of Moving Objects in an Audiovisual Event. PLoS ONE 11(4): e0154147. doi:10.1371/journal.pone.0154147
- (2) Kang, D., Sung, Y., & Kang, C.-K. (2015). Fast imaging techniques for fMRI: consecutive multi-shot echo planar imaging accelerated with GRAPPA technique. Biomed Research International, vol. 2015; 2015: 394213.
- (3) Kawachi, Y., Grove, P. M., & Sakurai, K. (2014). A single auditory tone alters the perception of multiple visual events. Journal of Vision, 14(8):16, 1-13, <http://www.journalofvision.org/content/14/8/16>, 10.1167/14.8.16.
- (4) Kang, D., Choi, U.-S., & Sung, Y. (2014). Microscopic functional specificity can be predicted from fMRI signals in ventral visual areas. Magnetic Resonance Imaging, 32, 1031-1036.
- (5) Sung, Y., Choi, U.-S., & Ogawa, S. (2014). Invariance of functional characteristics to task difference at low-level and high-level areas in the ventral visual pathway. Journal of Behavioral and Brain Science, 4, 402-411.

[学会発表](計 11 件)

- (1) 河地庸介 (2016). 色・運動統合表象の生成過程—処理時間の観点から—. 日本視覚学会 2016 年冬季大会, 1月 20-22 日,「工学院大学(新宿)」.
- (2) Kang, D., Sung, Y., Shioiri, S., & Ogawa, S. (2015). Investigation of microscopic functional specificity for attention in peripheral visual field. 21st annual meeting of the Organization for Human Brain Mapping, June 14-18, 「Hawaii (USA)」.
- (3) Sung, Y. (2015). Microscopic functional structures seen through fMRI signals. BIT's 6th annual world congress of neurotalk-2015, May 22-24, 「Hanzhou (China)」.
- (4) Sung, Y., Kang, D., & Ogawa, S. (2015). Robustness of microscopic functional structures estimated by dynamic magnetic susceptibility change. The 21st annual

meeting of the Organization for Human Brain Mapping, June 14-18, 「Hawaii (USA)」.

(3)連携研究者
なし

(5) 河地庸介 (2014). 色と運動の処理および統合の時間特性. 日本視覚学会 2014 年冬季大会, 1 月 22-24 日, 「工学院大学(新宿)」.

(6) Kang D., Sung Y., Shioiri S., Ogawa S. (2014). Estimation of functional specificity of visual areas by a transverse relaxation profile. The 10th Asia-Pacific conference on Vision, July 19-22, 「Takamatsu (Japan)」.

(7) Sung Y., Chung J.-Y., Ogawa S. (2014). Effects of signals originating from large blood vessels on BOLD signals of the fusiform face area. The 44th society for neuroscience meeting, November 15-19, 「Washington DC (USA)」.

(8) 河地庸介 (2013). 色と運動の特徴統合における時間的制約. 日本基礎心理学会第 32 回大会, 12 月 7-8 日, 「金沢市文化ホール(金沢)」.

(9) 河地庸介・柴田理瑛・松江克彦 (2013). 自己動作による瞬目反射抑制—統合失調型パーソナリティとの関係性—. 第 43 回日本臨床神経生理学会学術大会, 11 月 7-8 日, 「高知県立県民文化ホール(高知)」.

(10) 河地庸介 (2013). 状況適応的に変化する視聴覚統合認知. 日本発達心理学会東北地区シンポジウム, 11 月 30 日, 「東北大学(仙台)」.

〔図書〕(計 0 件)

〔その他〕

ホームページ等

<https://sites.google.com/site/yousukekawachi/home>

6. 研究組織

(1)研究代表者

河地 庸介 (KAWACHI YOUSUKE)
東北福祉大学・感性福祉研究所・講師
研究者番号：20565775

(2)研究分担者

成 烈完 (SUNG YUL-WAN)
東北福祉大学・感性福祉研究所・准教授
研究者番号：30358816