

科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成 28 年 6 月 1 日現在

機関番号：32660

研究種目：若手研究(B)

研究期間：2014～2015

課題番号：26870426

研究課題名(和文)曖昧視知覚の安定化と不安定化の相互作用に関わる脳内活動動態の解明

研究課題名(英文) Investigation of the neural mechanism underlying the destabilization of a percept of the ambiguous visual scene

研究代表者

浦川 智和 (URAKAWA, Tomokazu)

東京理科大学・理学部・助教

研究者番号：80586644

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 1,800,000円

研究成果の概要(和文)：本研究課題では、視覚変化検出処理が多義図形知覚を不安定化させる外的刺激駆動型の脳内ノイズ付加に関与しているのか明らかにすることを目的とした。実験の結果、視覚変化検出処理を駆動させる実験条件では、そうでない条件に比べて、多義図形に対する知覚的バイアス(リバースバイアス効果)が減弱することが明らかになった。更に、視覚変化検出処理を反映する視覚変化検出反応の大きさの増大と多義図形の知覚交代率の増加の間で有意な相関が認められた。これらの実験の結果は、多義図形知覚の不安定化をもたらす外的刺激駆動型ノイズの発生に、視覚変化検出処理が関与していることを支持する。

研究成果の概要(英文)：The aim of this project was to clarify whether the visual change detection process is involved in the induction of exogenously-driven neural noise, which causes the perception of a bistable image to change from one percept to the other. Results of the experiments showed that the perceptual bias for a bistable image (reverse bias effect) decreases when the visual change detection process is operated. Moreover, the magnitude of the visual change detection activity in the brain significantly correlated with the proportion of perceptual alternation of the bistable image. These results suggest that the visual change detection process is involved in the induction of exogenously-driven neural noise causing perceptual alternation.

研究分野：認知科学 脳機能計測

キーワード：曖昧図形 視覚変化検出 脳波

1. 研究開始当初の背景

一見して何の物体なのか分からない(ある物体に対する知覚が一義的に定まらない)曖昧な視覚情報から一つの安定した視知覚を生み出すことは、脳内視覚情報処理に課せられた重要な課題である。脳活動を計測した先行研究においては、物理的に同一でありながら複数の知覚のされ方が存在する「多義図形」が実験刺激として広く用いられている。これらの研究では、多義図形から一つの知覚が導かれる際の脳内情報処理について、多くの知見が報告されている。

これまでに脳活動計測を行った研究では、主に多義図形のみを呈示した実験条件が設定されてきた。一方、心理研究から多義図形上またはその近傍に別の視覚刺激(外的刺激)を呈示すると、多義図形知覚が不安定化し、それに伴って知覚変化が生じやすくなることが知られている。また理論的研究においては、この外的刺激の呈示により脳内視覚情報処理に対して脳内ノイズ(外的刺激駆動型の脳内ノイズ)が付加され、このノイズが多義図形知覚の不安定化や知覚変化を誘引していることが提案されている。しかしながらこの“脳内ノイズの付加”を反映した具体的な脳情報処理様態については、実験的には十分に明確になってこなかった。

脳波を用いた先行研究において、視覚刺激の時間的な規則性が破られる場合(例: AAAAB)、この破れの発生後約150ミリ秒に高次視覚野において「視覚変化検出反応」が発生することが知られており、この脳反応は先行刺激に基づいた視覚刺激変化検出処理を反映していると考えられている。これまでに視覚変化検出処理と知覚形成(曖昧視知覚形成を含む)との関係性については十分に検討されてこなかったが、最近の理論研究から時間的規則性の破れが多義図形と同時に存在すると、この破れにより外的刺激駆動型の脳内ノイズが発生して、多義図形知覚を不安定化させることが予想される。本研究課題では、“視覚変化検出処理”に着目し、この処理が“多義図形知覚を不安定化させる脳内ノイズ付加”に参与しているのか実験的に明確にすることを試みた。

2. 研究の目的

多義図形知覚の不安定化をもたらす外的刺激駆動型ノイズの発生に、視覚変化検出処理が関与するのか、心理実験および脳波実験(視覚変化検出反応を計測実験)により、実験的に明確にすることを目的とした。

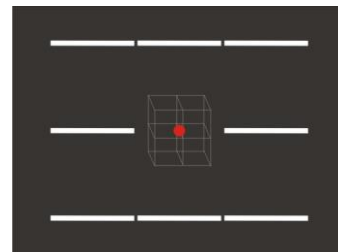
3. 研究の方法

多義図形の呈示に加えて、時間的規則性を破る刺激も同時に呈示させることができる刺激呈示法を新たに作成した。多義図形としては、Necker cube(左向きか右向きの立方体

いずれかに見える多義図形)を用いた。本研究課題では、以下の2つの実験を行った。

① 時間的規則性の破れが多義図形における知覚的バイアスを減弱させるのか検討した

Necker lattice 画像を非曖昧化した Cube 画像(右向きまたは左向きの立方体に見える画像)をある一定時間見続けた後に、Necker lattice 画像を見ると、この知覚は先行する Lattice 画像の知覚とは逆になりやすいことが知られている。実験①では、この多義図形の知覚的バイアスを誘引させる刺激呈示法を用いた。同時に、視覚刺激の時間的規則性の破れを設定する為に、Lattice 画像または Necker lattice 画像の呈示とは別に、それら画像の周辺にバー刺激を間欠呈示した(図1)。このバー刺激の方向を変えることで、時間的規則性が破れる条件(B条件)と破れない条件(BC条件)を作成し、BC条件での知覚的バイアスの強さは、B条件で低下するのか(B条件では脳内ノイズの影響で多義図形知覚が不安定化し、知覚的バイアスが弱まるのか)検討した。B条件は、外的刺激駆動型のノイズの発生に対応するもので、その統制条件がBC条件である。また脳波計測を行って、今回作成した条件で視覚変化検出反応が発生しているのか確認した。



(図1) 実験に用いた刺激

視覚刺激呈示では、上記の Necker lattice およびバー刺激は同時に呈示され、共に間欠呈示される。Necker lattice 周辺のバー刺激の方向を呈示ごとに変化させて、時間的規則性が破れる条件(B条件)と破れない場合(BC条件)を設定した。

② 時間的規則性の破れが知覚交代を促進させるのか、そしてこの促進と視覚変化検出反応(脳反応)の増大に対応関係があるのか検討した

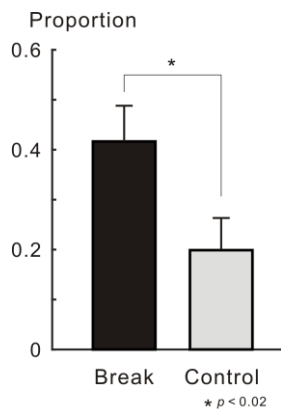
この実験では、Necker cube 画像を呈示し続けて、その周辺に上記実験①と同様にバー刺激を間欠呈示した。ここでも、時間的規則性の破れが存在するB条件と存在しないBC条件設定し、B条件での知覚交代率(知覚が時間的規則性の破れ前後でどの程度変わったかの指標)が、C条件より高くなるのか検討した。また、

脳波計測を行って、視覚変化検出反応が出現しているのか確認したうえで、被験者間でその反応の大きさと知覚交代率に有意な相関があるのか検討した。

4. 研究成果

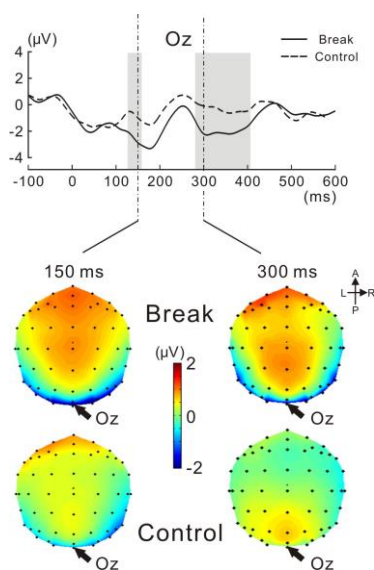
本研究結果は、以下の通りである。

- ① B 条件での知覚的バイアスの強さは、BC 条件のそれよりも統計的に有意に低下した。また、脳波計測において、B 条件において視覚変化検出反応が出現していることが確認された。
- ② B 条件での知覚交代率は、BC 条件のそれよりも有意に高かった (図 2)。脳波結果で、視覚変化検出反応が確認された (図 3)。その反応振幅の大きさは知覚交代率の増加との間で有意な相関が認められた (視覚変化検出反応の増大に伴って知覚交代率が上昇した)。



(図 2)

B 条件 (図中では Break) と BC 条件 (図中では Control) での知覚交代率



(図 3)

時間的規則性の破れる (Break) 刺激に対する脳活動と時間的規則性が破れない (Control) 刺激に対する脳活動。Break 刺激に対する脳活動は Control に対する活動よりも陰性に増大 (視覚変化検出反応) が確認された。

以上の結果は、多義図形知覚の不安定化をもたらす外的刺激駆動型ノイズの発生に、視覚変化検出処理が関与していることを支持する。

5. 主な発表論文等

[雑誌論文] (計 1 件)

- ① Urakawa T., Hirose N., Mori S.

Reduction in the reverse-bias effect by an abrupt break in the sequential regularity of visual events. *Perception*, 2016, 45(4):474-482. (査読有)

[学会発表] (計 5 件)

- ① Urakawa T., Mori S.

Reverse-bias effect of bistable image perception and its reduction by abrupt change in visual scene. The 10th Joint Workshop on Machine Perceptions and Robotics (MPR), Beijing, China, October, 2014.

- ② Urakawa T., Mori S.

Reverse-bias effect of Bistable image perception modulated by Abrupt change in Visual scene. Psychonomic Society's 55th Annual Meeting, Long Beach, USA, November, 2014.

- ③ 北井康久、浦川智和、内藤大智、荒木修、視覚変化検出処理による知覚交代の促進、脳と心のメカニズム、第 16 回冬のワークショップ、ルスツリゾート、北海道、2016 年 1 月

- ④ 浦川智和、文屋真央、荒木修、知覚交代に関与する視覚変化検出処理、東京理科

大学研究推進機構総合研究院主催 脳
学際研究部門シンポジウム、東京、2016
年 4 月

- ⑤ 荒木修、浦川智和、北井康久、視覚刺激
の時間的規則性の破れは知覚交代を促進
させるか、東京理科大学研究推進機構総
合研究院主催 脳学際研究部門シンポジ
ウム、東京、2016 年 4 月

6. 研究組織

(1) 研究代表者

浦川 智和 (URAKAWA, Tomokazu)
東京理科大学・理学部第一部・助教
研究者番号：80586644