

科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成 29 年 6 月 26 日現在

機関番号：17102

研究種目：若手研究(B)

研究期間：2012～2016

課題番号：24730623

研究課題名(和文) 内的時計の構造と歪み：錯覚を用いた時間知覚処理における階層性の検討

研究課題名(英文) Structure of internal clock and its distortion: research on hierarchy in processing of time perception

研究代表者

富松 江梨佳 (Tomimatsu, Erika)

九州大学・芸術工学研究院・特別研究員

研究者番号：20584668

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 3,000,000円

研究成果の概要(和文)：本研究では、ごく短い時間間隔に対する知覚的時間長を測定し、呈示刺激の特性によってその知覚的時間長が歪むかどうかについて調べた。1秒未満の時間間隔に対する充実時間錯覚は、主に聴覚において調べられてきたが、本研究ではランダムドット図形を刺激として用いることによって、視覚においても同様の錯覚が確かに生じることを示した。動的ランダムドットを刺激として用いた場合、運動の速さや方向は不定であるにもかかわらず、時間拡張錯覚が生じることが示された。さらに、知覚的時間長は、単純化した絵によって示された認知的な運動によっても影響され、その認知的な速さが増すと知覚的な時間長も長くなることが示された。

研究成果の概要(英文)：Perceived lengths of very short durations were measured to investigate whether the perceived lengths were distorted by properties of presented stimuli. The filled duration illusion for time interval shorter than 1 second, which has been investigated mainly in audition, also occurred in vision when random dot figures were used for visual stimuli. The time dilation occurred when dynamic random dots were used as stimuli although their motion speed and direction are indeterminate. Perceived duration is also affected by implied motion in pictograms made of simple components and lengthened by an increase of the implied speed in the pictograms.

研究分野：知覚心理学

キーワード：時間知覚 時間錯覚 充実時間錯覚 時間拡張錯覚 運動知覚 認知的運動

1. 研究開始当初の背景

我々は物理的時間をそのまま知覚しているわけではない。例えば、交通事故にあったとき、時間がスローモーションのようにゆっくりと流れるように感じたり、ふと見上げた時計の秒針が止まっているように思えたりする^[1]。このような時間の歪みは、より単純な刺激においても生じる。例えば、数秒持続する音刺激の時間間隔(充実時間、図1a)と、2つの短音によって区切られた時間間隔(空虚時間、図1b)とを比較したとき、物理的に等しい時間間隔であっても、前者のほうが長く知覚される(=充実時間錯覚)^[2]。また、運動する物体の呈示時間は、静止物体の呈示時間よりも長く知覚される(=時間拡張錯覚)^[3]。

本研究では、このように大きく歪むことのある内的時計の構造を詳細に調べ、その歪みがどのようにして生じるかを検討したい。直接の研究対象として、上述した充実時間錯覚と時間拡張錯覚を採り上げる。

また、主として1秒以下の時間間隔を採り上げることにより、知覚システムが様々な環境の中で起きている物事を、それぞれにまとめたものとして処理する際の、基本的な過程を明らかにする。

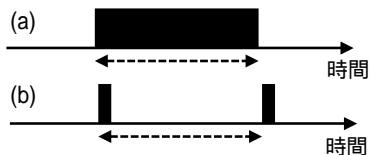


図1 (a)充実時間と(b)空虚時間
充実時間のほうが空虚時間よりも長く知覚される(充実時間錯覚)。

2. 研究の目的

本研究では、内的時計の構造を、知覚心理学的手法を用いて調べ、その歪みの生じる仕組みについて検討する。まず、単純な刺激を用いて、本計画で用いるような時間パターンについて時間長の心理尺度を構成する。それを土台として、運動知覚が時間知覚に与える影響について検討し、さらに高次の処理が関わる認知的運動や感覚間の差異が時間知覚にどのような影響を及ぼすかを詳細に調べる。

3. 研究の方法

本研究では、対応する処理レベルや物理特性が異なる刺激によって構成された、およそ1秒以下の時間間隔に対する知覚上の長さを調べ、時間知覚の歪みの有無や特性を比較した。以下の項目は、実験心理学的手法を用いて調べた。まず、時間間隔を成すシンプルな刺激(充実時間と空虚時間)によって生じる充実時間錯覚を調べ、内的時計の基礎的な構造を明らかにすることを目指した。さらに、運動視と時間知覚の関連性(時間拡張錯覚)

を調べた。また、異なる感覚(視覚と聴覚)における時間知覚を比較し、同様の錯覚が起きるかどうかを検討した。さらに時間間隔を定義する要素全体についての時間知覚と、処理される部分ごとの時間知覚とを比較することを試みた。

4. 研究成果

(1) これまで主に聴覚において調べられてきた充実時間錯覚が、視覚においても確かに生じるかどうかを検討した。ランダムドットを刺激としてその平均輝度をとった背景上に2回短時間呈示することによって空虚時間を示した。判断すべき時間間隔は、刺激呈示の始まりから次の刺激呈示の始まりまでの時間とした。充実時間は、ランダムドットを持続的に1回呈示することによって示し、判断すべき時間間隔は刺激呈示の始まりから終わりまでとした。ディスプレイ上に150から900ミリ秒までの空虚時間および充実時間のうちいずれかを標準刺激として呈示した。続いて比較刺激を提示し、調整法によって主観的時間長を測定した。実験の結果、視覚によって示されたごく短い時間間隔においても充実時間のほうが空虚時間よりも長く知覚されることがわかった(図2a)。一方、聴覚において、1000Hzの純音および視覚刺激を用いたときに使用したものと同一時間間隔を用い、知覚される呈示時間を測定したところ、充実時間錯覚が生じることが確かめられた(図2b)。すなわち、視覚においても聴覚においても充実時間錯覚が生じることが確かめられた。この結果は、感覚を超えて同一もしくは同様の時間知覚処理の構造があることを示唆する。

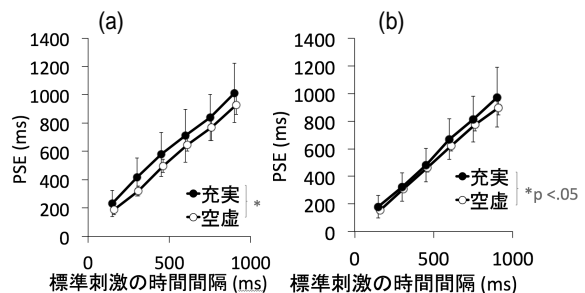


図2 (a)視覚における充実時間錯覚と(b)聴覚における充実時間錯覚を示す実験結果

(2) 運動知覚と時間知覚の生じ方について同時に実験を行い、関連性を調べた。時間拡張錯覚が生じる条件について、ダイナミックランダムドットを呈示することによって調べ、静止したランダムドットが呈示された場合と比較した。それぞれが呈示されたときの時間間隔に対して、主観的時間を、再生法によって測定した。用いた時間間隔は、217から1283ミリ秒であった。実験結果から、ダイナミックランダムドットを用いた場合のほうが、静止したランダムドットを用いた場合よ

りも、呈示時間が長く知覚されることがわかった（図3）。

さらに、ダイナミックランダムドットと静止したランダムドットの知覚的呈示時間をより詳細に調べるために、調整法によって両者を測定した。用いた時間間隔は、150 から 900 ミリ秒であった。比較刺激として、ランダムドットのフラッシュを2回、継時的に呈示し、それらが作る空虚時間の時間間隔を用いた。実験の結果、ダイナミックランダムドットを用いた場合と静止したランダムドットを用いた場合の両方で、比較刺激よりも長く知覚された。すなわち、充実時間錯覚が起きることが確かめられた。さらに、比較刺激との差分を過大評価量と定義すると、ダイナミックランダムドットを用いたほうが、静止したランダムドットを用いた場合よりも、過大評価量が大きくなることがわかった。すなわち、時間拡張錯覚が生じた。特に、750 ミリ秒以上の時間間隔を用いたとき、ダイナミックランダムドットの呈示時間のほうが、過大評価量が大きくなることがわかった。静止したランダムドットを用いたときは、過大評価量は一定であったが、ダイナミックランダムドットを用いたときは、時間間隔の長さに比例して過大評価量が増加した。このように、運動方向や運動速度は不定であるにもかかわらず、運動知覚が生じるような場合においても、時間拡張錯覚は生じた。静止したランダムドットが呈示される持続時間と、動的なランダムドットが呈示される持続時間は、異なる方法で処理されている可能性が示唆された。

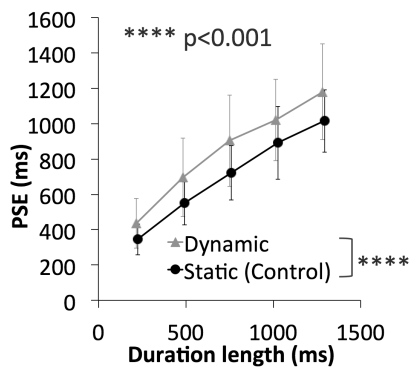


図3 ダイナミックランダムドットおよび静止ランダムドットを呈示した際の知覚的時間長の結果

(3) 錯覚的運動や認知的運動と時間知覚の生じ方の関連性について調べた。まず、錯覚的な動きの知覚を引き起こす運動錯視図形と、構成要素の大きさおよび平均輝度は同じであるが錯覚的な運動を引き起こさない図形を呈示し、その知覚的な呈示時間を測定した。用いた時間間隔は、150 から 900 ミリ秒であった。その結果、運動錯視図形を用いた場合と運動知覚を引き起こさない図形を用いた場合の知覚的な呈示時間長の間に差は見られなかった。すなわち、錯視図形を用いた錯

覚的な運動では、時間拡張錯覚は生じないという結果が得られた。一方で同じ刺激に対して、マグニチュード推定法によって運動知覚の程度を測定したところ個人差が大きく現れた。本研究ではおよそ1秒以下の時間間隔について取り扱っているが、そのようなごく短い呈示では、十分な錯覚量が得られなかったためにこのような結果が得られたとも考えられる。運動錯視を刺激として用いる場合、1秒を超える時間間隔についても今後取り扱う必要性が示唆された。

また、認知的運動と時間知覚の関係性について調べた。静止した人や走っている人を大幅に単純化して表した絵を呈示し、被験者にその呈示時間が主観的にどのくらいの長さを感じられたかを回答してもらった。絵が示す認知的運動の程度は4段階用意した。用いた時間間隔は、150から900ミリ秒であった。実験結果から、人が急いで走っているように認知される絵は、静止した絵または歩いている絵よりも長い時間呈示されたように知覚されることがわかった（図4）。すなわち、大幅に単純化された人の絵を用いた場合においても、認知的な運動によって時間拡張錯覚が引き起こされることが示された。

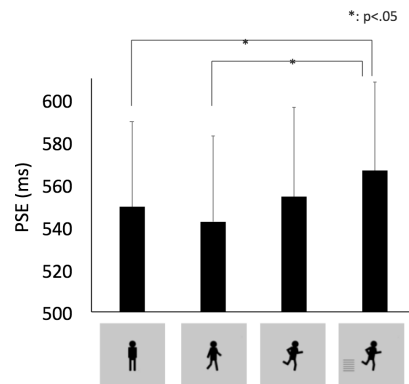


図4 認知的運動が知覚的呈示時間長に与える影響

<引用文献>

- [1] Yarrow, K., Haggard, P., Heal, R., Brown, P., & Rothwell, J. C. (2001). Illusory perceptions of space and time preserve cross-saccadic perceptual continuity. *Nature*, 414(6861), 302-305.
- [2] Wearden, J. H., Norton, R., Martin, S., & Montford-Bebb, O. (2007). Internal clock processes and the filled-duration illusion. *Journal of Experimental Psychology*, 33(3), 716.
- [3] Brown, J. F. (1931). The visual perception of velocity. *Psychological Research*, 14(1), 199-232.

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4件)

- [1] Kuroda, T., Tomimatsu, E., Grondin, S., & Miyazaki, M. (2016). Perceived empty duration between sounds of different lengths: Possible relation with repetition and rhythmic grouping. *Attention, Perception, & Psychophysics*, 78(8), 2678-2689.
doi:10.3758/s13414-016-1172-x(査読有)
- [2] Tomimatsu, E., & Ito, H. (2016). Directional bias of illusory stream caused by relative motion adaptation. *Vision research*, 124, 34-43.
<https://doi.org/10.1016/j.visres.2016.04.010> (査読有)
- [3] Hasuo, E., Nakajima, Y., Tomimatsu, E., Grondin, S., & Ueda, K. (2014). The occurrence of the filled duration illusion: a comparison of the method of adjustment with the method of magnitude estimation. *Acta psychologica*, 147, 111-121.
<https://doi.org/10.1016/j.actpsy.2013.10.003> (査読有)
- [4] 伊藤裕之, 富松江梨佳, 柏園園 (2012). エニグマ錯視と追従眼球運動追従錯視の共通性. *心理学評論*, 55(3), 336-345. (査読有)

〔学会発表〕(計12件)

- [1] Tomimatsu, E., Nakajima, Y., Elliott, M. A., & Ito, H. Change, not motion, determines subjective duration. *International Journal of Psychology*, 51, 214. ICP2016 (The 31th International Congress of Psychology), PACIFICO Yokohama (神奈川県横浜市), 2016年7月27日.
- [2] Nakajima, Y., Matsuda, M., Tomimatsu, E., & Hasuo, E. Perceptual contrast between two short adjacent time intervals marked by clicks. *International Journal of Psychology*, 51, 1017. ICP2016 (The 31th International Congress of Psychology), PACIFICO Yokohama (神奈川県横浜市), 2016年7月26日.
- [3] Kuroda, T., Tomimatsu, E., Grondin, S., & Miyazaki, M. Effects of repetition on the isochronous perception of sounds at different lengths. *International Journal of Psychology*, 51, 1021. ICP2016 (The 31th International Congress of Psychology), PACIFICO Yokohama (神奈川県横浜市), 2016年7月25日.
- [4] Koizumi, T., Ito, H., Sunaga, S., & Tomimatsu, E. Effect of Body Posture on the Interpretation of Cast Shadows. *International Journal of Psychology*, 51, 1021. ICP2016 (The 31th International Congress of Psychology), PACIFICO Yokohama (神奈川県横浜市), 2016年7

月25日.

- [5] Ito, H., & Tomimatsu, E. Perceptual rivalry in afterimages. Asia Pacific Conference on Vision (APCV2014), Kagawa International Convention Hall (香川県高松市), 2014年7月20日.
- [6] Tomimatsu, E., Nakajima, Y., & Ito, H. Measurements of subjective length of filled duration determined by dynamic random dots. Asia Pacific Conference on Vision (APCV2014), Kagawa International Convention Hall (香川県高松市), 2014年7月20日.
- [7] Hasuo, E., Nakajima, Y., Kishida, T., Tomimatsu, E., Ueda, K., & Grondin, S. The filled duration illusion with the method of adjustment when filled vs. empty comparison intervals are used. Fechner Day 2013, Freiburg (Germany), October 21st, 2013.
- [8] 蓮尾絵美, 中島祥好, 富松江梨佳, 上田和夫 充実時間と空虚時間の知覚: 調整法とマグニチュード推定法を用いた充実時間の過大評価現象の比較, 日本心理学会第77回大会, 札幌コンベンションセンター(北海道札幌市), 2013年9月19日.
- [9] 富松江梨佳, 中島祥好, 伊藤裕之, Mark A. Elliott 視覚における1秒以下の空虚時間と充実時間の主観的時間長, 日本視覚学会2013年冬季大会, 工学院大学(東京都新宿区), 2013年1月23日.
- [10] Hasuo, E., Nakajima, Y., Tomimatsu, E., Grondin, S. & Ueda, K. Perceiving filled vs. empty time intervals: A comparison of adjustment and magnitude estimation methods. Fechner Day 2012, Ottawa (Canada), October 21st, 2012.
- [11] Tomimatsu, E., & Ito, H. The relative motion aftereffect in the Enigma illusion. 35th European Conference on Visual Perception (ECVP2012), Alghero (Italy), September 3rd, 2012.
- [12] Hasuo, E., Nakajima, Y., Grondin, S., Tomimatsu, E., & Ueda, K. The occurrence of the filled duration illusion: A comparison of Japanese and Canadian listeners. The 22nd Annual Meeting of Canadian Society for Brain, Behaviour, and Cognitive Science (CSBBCS), Kingston (Canada), June 8th, 2012.

6. 研究組織

(1)研究代表者

富松江梨佳(TOMIMATSU, Erika) 九州大学・芸術工学研究院・特別研究員
研究者番号:20584668