

科学研究費助成事業（科学研究費補助金）研究成果報告書

平成24年 6月 19日現在

機関番号：26402

研究種目：研究活動スタート支援

研究期間：2010年度～2011年度

課題番号：22800057

研究課題名（和文）

ヒトの時間知覚への微小高速眼球運動の関与

研究課題名（英文）

The effects of rapid eye movements on perceived duration of time

研究代表者

谷部 好子 (YABE YOSHIKO)

高知工科大学・総合研究所・助教

研究者番号：30582829

研究成果の概要（和文）：

時間間隔知覚の決定要因として、先行研究は知覚上のイベントの数を提唱している。本研究は当初、微細な自動的眼球運動（マイクロサッカド）がイベントを増し時間間隔知覚を延長すると予想した。しかしながらマイクロサッカド頻度と時間間隔知覚とに相関は見られず、むしろ、注視位置がばらつくほど時間間隔知覚は短縮する傾向にあった。そこで眼球運動の自動性に着目し、視覚刺激誘発的（自動的）眼球運動と自発的眼球運動とで比較した。結果、自動性が短縮に関与する示唆を得た。

研究成果の概要（英文）：

Previous researches proposed that we estimate duration of time using the numbers of perceptual events. The present research first hypothesized that the numbers of events will increase as the frequency of small automatic eye movements (microsaccades) increases, which will cause the increase of the perceived duration of time. The results of our experiments showed no correlation between the frequency of microsaccades and the perceived duration of time. However, they implied the negative correlation between the variety of the position of gaze and the perceived duration of time. The present research next focused on the perceived duration of time when the saccade was triggered by visual input (i. e. automatically) or initiated voluntarily. The results suggested that perceived duration of time is shortened especially when the saccade was triggered automatically.

交付決定額

（金額単位：円）

	直接経費	間接経費	合計
2010年度	1,210,000	363,000	1,573,000
2011年度	1,110,000	333,000	1,443,000
年度			
年度			
年度			
総計	2,320,000	696,000	3,016,000

研究分野：人文学

科研費の分科・細目：身体教育学

キーワード：眼球運動・時間・自発性・大脳基底核尾状核・リハビリテーション・身体運動

科学研究費助成事業（科学研究費補助金）研究成果報告書

1. 研究開始当初の背景

(1) 運動→知覚

“知覚された情報によって身体運動を調節する” というのが従来の心理学・神経科学で想定されていた中枢神経系における情報の流れであった。しかし、近年、それとは逆の知覚作用の存在が明らかになり始めた (Yabe & Taga 2008[1], Yabe & Taga 2010[2])。これらの発見は、“身体運動が知覚を調節する” という従来の常識とは正反対の系がヒトの脳の情報処理で機能していることを示す。

(2) 運動→知覚情報サンプリング

私たちの眼球は、静止画像の一点を見つめているときにも不随意に微動している。かつては、このような固視中の眼球微動は単なるアーチファクトとしてデータから除外されてきた。しかし、最近の眼球運動測定技術の向上によって、これらの眼球微動を研究対象とすることが可能になった。その研究の歴史はまだ浅く、未解明の部分が多い。神経生理学的知見によると、これらの微細な眼球運動の一つであるマイクロサッカードは視野角1度程度の不随意的な眼球運動で、固視中に微細に視野をずらすことで外側膝状体や一次視覚野の細胞を発火させている。Martinez-Conde [3] は、これによって視覚情報がサンプリングされ、静止画固視中の神経反応の減衰に伴う視認性低下が回避されているという説を提示している。すなわちこの説は、マイクロサッカードが他の身体運動と同様に積極的に情報をもたらす機能を有していることを提案している。

(3) 知覚情報サンプル→時間

時間の長さがどのように知覚されるのかについて、知覚情報に変化をもたらすイベントの数が時間の見積もりの手掛かりであると仮説 (イベント仮説) がある[4]。これに基づけば、イベントの回数が増えるにつれ知覚される時間も増す。明滅する画像の提示時間判断では、明滅の時間周波数が増すほど時間が長く見積もられる[5]という報告がこれを支持している。マイクロサッカードによる外側膝状体や一次視覚野の発火をイベントと見做すと、その回数に応じてイベント回数が加算されることが予見される。ところが、マイクロサッカードと時間の長さの知覚との間にどのような関係があるかはまだ調べられていなかった。

2. 研究の目的

(1) 作業仮説1：時間間隔知覚はマイクロ

サッカード頻度に相関する

研究開始当初の背景により、本研究では運動のなかでも特にマイクロサッカードに着目し、画像提示時間の長さを判断する心理物理タスク遂行中に眼球運動を測定することとした。イベント仮説に従うと、眼球運動で生じる神経の反応が時間知覚の要素「イベント」として時間知覚に関与し、マイクロサッカードの頻度と視覚刺激の持続時間の知覚に相関が観測されるはずである。

当初の作業仮説を検証するため、実験1 (方法詳細は後述) を行った。マイクロサッカードによる神経の反応による時間知覚への影響を調べるため、視覚入力の変化も自発的の眼球運動も伴わない条件下で眼球運動を計測した。仮説に従えばマイクロサッカードの頻度が時間間隔知覚と相関関係を示すはずである。ところが、仮説と異なり、マイクロサッカード頻度と時間間隔知覚との相関は見られなかった。しかしながら、注視位置のばらつきが増すほど時間間隔が短く知覚される傾向が発見された。

(2) 作業仮説2：時間間隔知覚は眼球運動コマンドの自発性に相関する

作業仮説1に基づいた実験から得られた結果は、作業仮説1とは異なったものの、サッカード中には時間間隔知覚が短縮するという知見 (Morrone et al., 2005[6]) とは整合的であった。一点を注視しようとしている際の注視位置のばらつきは、非自発な眼球運動によって生じる。サッカード中に時間間隔知覚が短縮する現象 (Morrone et al., 2005) は、視覚刺激に誘発されたサッカードにおいて観察されている。このようなサッカードは、あらかじめ記憶した位置へとサッカードした場合に比べ自発性の度合いが低いことが予想される。一方、大脳基底核尾状核は眼球運動の自発性と時間間隔知覚とに関与する。サッカードの自発性が時間間隔知覚に関与するかは調べられていない。そこで、以降の研究では、運動コマンドの自発性が時間間隔知覚の変調に対しどのような効果を持つのかを目的とし、作業仮説2「時間間隔知覚は眼球運動コマンドの随意性に相関する」を立て、実験2 (方法詳細は後述) を行うこととした。

3. 研究の方法

(1) 実験1：時間間隔知覚はマイクロサッカード頻度に相関する

①手続き：画面中央に注視点を提示した。注視点は白、青、黄の順に変色した後消失する。注視点消失後、実験参加者は時間再現タスク

を2つ行う。1つ目の再現では、青い注視点・黄色い注視点が表示されていた時間を、ボタンの押し・離しで順に再現する。2つめの再現では、1つめの再現タスクでボタンを押していた時間・離していた時間を順に再現する(図1)。黄色い注視点の再現タスクの1回目・2回目をそれぞれTEST1、TEST2とし、解析対象とした。

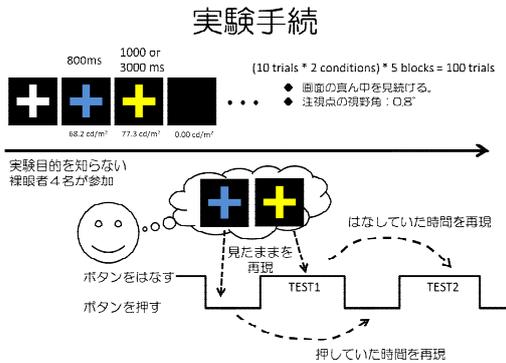


図1

②測定: EyeLink II を用い時間周波数 500Hzにて測定した。
 ③解析: 注視位置のばらつき(マイクロサッカード中を除いた位置データのSD)のTEST間の比と再現された時間のTEST間の比との相関について解析を行った。

(2) 実験2: 時間間隔知覚は眼球運動コマンドの随意性に相関する

①手続き: 先行研究(Morrone et al., 2005)をもとに刺激を作成した(図2)。下記3条件を設定した(図3)。眼球運動は測定していない。

- 条件1 (視覚刺激誘発型) : 注視点消失と同時にターゲット出現
- 条件2 (自発型) : 注視点・ターゲット共に最初から提示
- 条件3 (サッカード無し) : 画面は条件2とほぼ同じ

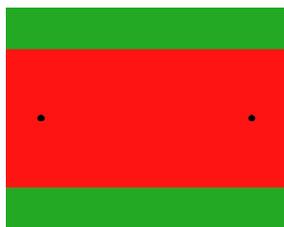


図2

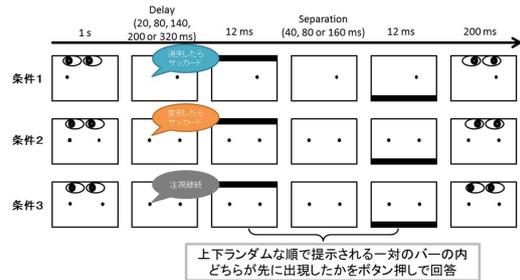


図3

②解析: 3条件でDelay と separation の和が 160 ms 未満の組み合わせ(サッカードによる感度減衰の影響を受けないと考えられる組み合わせ)に限定した誤答率を算出した。

4. 研究成果

視覚誘発型サッカード(条件1)ではサッカードを行わない統制条件(条件3)と有意差があり、時間間隔知覚の圧縮が認められた。一方、自発型サッカード(条件2)ではサッカードを行わない統制条件(条件3)と有意差が無く、時間間隔知覚の圧縮が認められなかった。また、自発型サッカード(条件2)と視覚誘発型サッカード(条件1)との間に有意差があった(図4)。視覚刺激誘発型・自発型2条件で画面を揃えた追加実験においても、この2条件による違いは見られた

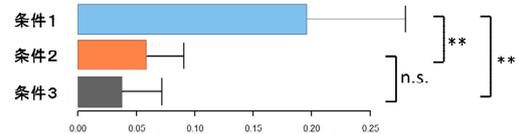


図4

サッカード実行コマンドの自動性が時間間隔知覚を変調すると考えられる。コマンドの自動/自発に関与する尾状核は別々の機能を担う複数の系で構成される。近年までこれらの系の交流は認められてこなかった。本研究は尾状核の眼球運動系と時間知覚系とが交流することを示唆する。この研究の発展として、眼球運動計測と脳活動の測定とを同時に行う実験を現在計画している。

[1] Yabe, Y., and Taga, G. Japanese

Psychological Research, 52(2), 67-77 May (2010).

[2] Yabe, Y., and Taga, G. Experimental Brain Research, 191(4), 487-494 December (2008).

[3] Martinez-Conde, S., Macknik, S. L., Troncoso, X. G., and Hubel, D. H. Trends in neurosciences 32(9), 463 - 475 September (2009).

[4] Brown, S. W. Perception & psychophysics 57(1), 105 - 116 January (1995).

[5] Kanai, R., Pa_en, C. L. E., Hogendoorn, H., and Verstraten, F. A. J. Journal of Vision 6(12), 1421 - 1430 December (2006).

[6] Morrone, M. C., Ross, J., and Burr, D. Nature Neuroscience 8(7), 950-954 July (2005).

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 1 件)

①

【著者名】Yoshiko Yabe, Hama Watanabe, Gentaro Taga

【論文表題】Treadmill Experience Alters Treadmill Effects on Perceived Visual Motion

【雑誌名】PLoS ONE

【査読】有

【巻】6

【ページ】e21642

【発行年】2011 年

【DOI】

doi:10.1371/journal.pone.0021642

[学会発表] (計 4 件)

①

【発表者(代表)名】谷部好子

【発表表題】Can voluntary saccadic eye movements cause compression of time?

【学会等名】ASSC

【発表年月日】2012 年 7 月 2-6 日 (予定)

【発表場所】Brighton, UK.

②

【発表者(代表)名】谷部好子

【発表表題】時間間隔知覚の圧縮は何がサッカーを誘発するかに依存する

【学会等名】日本視覚学会 2012 年冬季大会

【発表年月日】2012 年 1 月 20 日

【発表場所】東京

③

【発表者(代表)名】谷部好子

【発表表題】自発サッカーにおいて時間間隔知覚の短縮は生じるか

【学会等名】第 18 回 VR 心理学研究委員会 & 拡張認知 I F 研究会

【発表年月日】2011 年 11 月 6 日

【発表場所】高知

④

【発表者(代表)名】谷部好子

【発表表題】固視微動による時間知覚への関与

【学会等名】第 17 回 VR 心理学研究委員会

【発表年月日】2011 年 7 月 23 日

【発表場所】富山

[図書] (計 0 件)

[産業財産権]

○出願状況 (計 0 件)

名称:

発明者:

権利者:

種類:

番号:

出願年月日:

国内外の別:

○取得状況 (計 0 件)

名称:

発明者:

権利者:

種類:

番号:

取得年月日:

国内外の別:

[その他]

ホームページ等

該当なし

6. 研究組織

(1) 研究代表者

谷部 好子 (YABE YOSHIKO)

高知工科大学・総合研究所・助教

研究者番号: 30582829

(2) 研究分担者

()

研究者番号:

(3) 連携研究者

()

研究者番号: