

科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成 29 年 6 月 29 日現在

機関番号：26402

研究種目：若手研究(B)

研究期間：2013～2016

課題番号：25750265

研究課題名(和文) 身体運動の自動性・自発性は時間知覚を変調するか

研究課題名(英文) Is the automaticity of body movement a key to modulate time perception during body movement?

研究代表者

谷部 好子 (Yabe, Yoshiko)

高知工科大学・総合研究所・客員研究員

研究者番号：30582829

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 3,200,000円

研究成果の概要(和文)：Morrone らは2005年、時間的に近接した2つの視覚刺激が高速眼球運動直前に提示されると提示順序が逆転して知覚されると報告した。我々は急速な身体運動中も安定した世界が知覚されるよう外発的な運動では知覚が時間的に変調されると予想し、Morrone らの時間順序判断逆転現象が感覚刺激に誘発された眼球運動に限られることを発見した。そこで次に、運動を誘発した感覚刺激の知覚タイミングに注目し、運動意図が刺激知覚タイミングを変調する現象を発見した。パーキンソン病患者実験はドーパミン系がこれに関与することを示唆している。本研究はドーパミン系疾患患者の主観的時間を理解し、リハビリ手法を改善する一歩といえる。

研究成果の概要(英文)：Morrone et al. (Nat Neurosci 2005) has shown that when two events occur just before a rapid eye movement, the perceived order of the occurrence is reversed. We hypothesized that externally triggered body movement causes temporal compensation of perception, which allows us to perceive stable environment besides our rapid body movements. In the first study, we found that the temporal reversal reported by Morrone et al. (2005) is specific to the externally triggered movement. In the second study, we focused on the perceived onset of the trigger to show how reactive body movement affects time perception. We found that when people react to a sudden visual stimulus that triggers an action, that stimulus is perceived to occur later than an identical stimulus presented during passive viewing with no motor programming. The polarity of this temporal distortion was opposite in Parkinson's disease patients without medication, which suggests the contribution of dopamine system on time perception.

研究分野：Cognitive neuroscience

キーワード：time perception action Libet clock Go/Nogo Parkinson's disease EEG MRI

1. 研究開始当初の背景

我々は1秒間に3回程度、急速な眼球運動(サッカー)を行っている。もしサッカーの度に視界の急速な動きを高解像度で知覚してしまうと、我々の意識する外界の安定性は大きく損なわれるであろう。先行研究(Morrone et al., 2005)により、サッカー前後には時間間隔が圧縮、さらには順序が逆転して知覚されることが知られている。

本研究開始当初、谷部は自発コマンド主導のサッカーでは時間順序判断の逆転が生じない可能性を示す予備の結果を得ていた(Yabe & Shigemasa, 2012等)。先行研究と合わせると、下記2点が予想された。

1. 視覚的変動は身体運動に連動した変調により補完され、外界の安定性が保持される。

2. 運動コマンドが自動的に誘発された場合において特に、安定した知覚の確保のため視覚情報の時間的変調が必要となる。即ち、自動的な身体運動が時間知覚の構築に影響している。

2. 研究の目的

眼球が絶え間なく動いても視覚的な世界が安定的に知覚されるのは、脳が急速な眼球運動中の感覚入力を変調し空間・時間知覚を構築しているためと考えられる。谷部が得ていた、時間知覚の構築に眼球運動の自動性が関与することを示す予備の結果を展開するため、まず眼球運動測定を第一の目的とした。その上で、機能的磁気共鳴画像(fMRI)により眼球運動による時間知覚への作用を詳細に解析すること、次に身体運動測定により眼球運動以外の身体運動へ敷衍することを狙うこととした。大脳基底核の障害に依る疾患では時間間隔弁別閾上昇が見られることが知られている。そこで最終的には、時間知覚をキーに、大脳基底核の障害に起因する運動障害(パーキンソン病等)の脳内メカニズムに迫ることを目指した。

3. 研究の方法

上記の目的を達成するため、まず心理物理実験により主観的時間を測定し、その測定結果を説明する神経基盤を患者実験・脳波測定・MRIにより明らかにすることとした。

Morroneら(Nat Neurosci 2005)はサッカー(高速な眼球運動)前後に100ミリ秒程度の間隔で視覚刺激を提示し、その順序を判断する課題を用いた。これに基づく心理物理実験により、時間知覚の構築に眼球運動の自動性が関与することを示すことを狙った。実験では参加者がコンピュータスクリーン

上に突然現れるターゲットにサッカーする場合とあらかじめ提示されていたターゲットにサッカーする場合とを比較した。

研究の方法として挙げた研究では、眼球運動を誘発した刺激がいつ知覚され、どのように運動が意図されたのかが不明である。運動意図が感覚刺激の生起タイミングを異なって知覚させるのであれば、スポーツ等の指導への応用や、運動疾患のリハビリテーション手法改善への貢献が期待できる。そこで、心理物理実験により、感覚刺激に反応して運動する場合とそうでない場合とで、知覚される感覚イベント生起タイミングを検証することとした。

実験参加者はコンピュータ画面上に提示された時計様のアニメーションを注視した。各試行開始後、ランダムな時点において視覚刺激あるいは聴覚刺激が提示された。運動条件では刺激提示に反応し身体運動(眼球運動あるいは手運動)を実行するよう求められた。統制条件では刺激に対し運動で反応することなくアニメーション終了を待つよう求められた。各試行の最後、参加者は、秒針が刺激提示時点でどこにあったかを回答した。

患者実験

上記と同様、感覚イベントに身体運動で反応する条件での時間知覚を、パーキンソン病患者にて検証した。ただし、疾患に起因する震顫に影響されず反応時間を測定するため、眼球運動や手運動ではなく、マイクロフォンに息を吹きかける運動を行うよう求めた。患者群・統制群(各15名)とも、ドパミン系薬剤の投与ありセッションとなしセッションと計2セッション参加した。セッションの順はランダムとした。さらに、患者群・統制群でのMRIにより、病変と時間知覚との関連を明らかにすることを狙った。

脳波実験

感覚イベントに手運動で反応する条件とそうでない条件とで時間知覚を測定し、タスク実施中の脳波を測定した。

4. 研究成果

成果

研究開始当初に得ていた予備的結果を裏付ける実験を実施し、サッカーにともなう時間順序判断の逆転が自動サッカーに特異的であることを示した([雑誌論文][1], [学会発表][1])。この結果は当初の仮説通りである。さらに、サッカー着地点と時間順序判断との相関を解析し、空間位置情報の脳内エンコードが時間順序判断逆転に関わっている可能性を示した。

成果

感覚イベントに身体運動で反応する場合、感覚イベントのタイミングが遅延して知覚さ

れる、すなわち感覚イベントと反応的身体運動とが時間的に接近して知覚される現象を発見し、さらに、準備された反応を中止しても同様の結合が生じることを示した。運動と感覚イベントとの時間的結合は「身体運動が感覚イベントを誘発する」枠組みで盛んに研究されてきたにも関わらず、逆、即ち「感覚イベントが身体運動を誘発する」枠組みではほぼ研究されていなかった。本研究は従来の実験パラダイムを逆転させ新機軸を打ち出し、運動準備の脳活動による時間知覚への寄与を明瞭に示した（〔雑誌論文〕[2]、〔学会発表〕[2,3]）。この発見に続き、この発見と従来発見されていた現象との相互作用を示した（〔雑誌論文〕[3]、〔学会発表〕[4-6]）。

成果

パーキンソン病患者群投薬なし条件においては、感覚イベントに身体運動で反応する場合、健常若年者で実施したと逆に感覚イベントのタイミングが早まって知覚されることが示された。この傾向は投薬により弱まった。なお、健常高齢者投薬なし条件においては、感覚イベントのタイミングが遅く知覚される傾向は見られず、投薬後に健常若年者と同様の遅延がみられるようになった。これは、疾患レベルでなくとも脳内ドパミンが時間知覚に影響することを示唆する（〔学会発表〕[7]）。今後、MRI 撮像と組み合わせた研究として発展させる。

成果

身体運動による反応を準備した状態での脳波について周波数解析を行い、タイミング知覚のメカニズム解明を目指す予備的研究を実施した。助成期間に得られた結果に基づき研究を続行し、データを拡充した上で発表する。

< 参考文献 >

M. C. Morrone, J. Ross, D. Burr, Nature neuroscience 8, 950 (2005).

Y. Yabe & H. Shigemasu (2012) The 16th annual meeting of the ASSC.

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 3 件)

[1] Yabe, Y., Goodale, M. & Shigemasu, H. (2014) Temporal order judgments are disrupted more by reflexive than by voluntary saccades. *Journal of Neurophysiology*, 111(10), 2103-2108.

[2] Yabe, Y. & Goodale, M. (2015) Time flies when we intend to act: temporal distortion

in a go/no-go task. *Journal of Neuroscience*, 35, 5023-5029.

[3] Yabe, Y., Dave, H., Goodale, M. (2017) Temporal distortion in the perception of actions and events. *Cognition*, 158, 1-9.

〔学会発表〕(計 7 件)

[1] Yabe, Y. & Shigemasu, H., The difference between temporal order judgment during voluntary and automatic saccades. The 2013 VSS Annual Meeting, Florida, US, May, 2013.

[2] Yabe, Y. & Goodale, M., The intention to make a saccade distorts the timing of a Go/No-go signal presented at fixation. The 2014 VSS Annual Meeting, Florida, US, May, 2014.

[3] Yabe, Y. & Goodale, M., The intention of an action distorts the timing of a Go/No-go signal of the action. The 2014 APCV Annual Meeting, Kagawa, Japan, July, 2014.

[4] Dave, H., Yabe, Y. & Goodale, M. (2015) Temporal distortion in the perception of actions and events. 44th Annual Conference of Lake Ontario Visionary Establishment, Niagara Falls Region, Canada, February, 2015.

[5] Yabe, Y., Dave, H. & Goodale, M., Temporal distortion in the perception of actions and events. The 2015 ASSC Annual Meeting. Paris, France, July, 2015.

[6] Yabe, Y., Dave, H. & Goodale, M., Temporal distortion in the perception of actions and events. The 31st International Congress of Psychology. Yokohama, Japan, July, 2016.

[7] Yabe, Y., MacDonald, P. & Goodale, M., Perceiving timing of sensory events triggering actions in Parkinson's disease. The 39th Annual Meeting of the Japan Neuroscience Society. Yokohama, Japan, July, 2016.

〔図書〕(計 0 件)

〔産業財産権〕

出願状況(計 0 件)

取得状況(計 0 件)

〔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・脳コミュニケーションセンター・客員研究員
日本学術振興会・海外特別研究員
西オンタリオ大学・脳と心の研究所・ポスドク研究員
研究者番号：30582829

(2)研究分担者
該当なし

(3)連携研究者
該当なし

(4)研究協力者
繁榎 博昭 博士 (SHIGEMASU, Hiroaki)
高知工科大学・情報学群・准教授
研究者番号：90447855
Dr. Melvyn A. Goodale
西オンタリオ大学・脳と心の研究所・教授
Dr. Penny A. MacDonald
西オンタリオ大学・脳と心の研究所・教授
Ms. Hemangi Dave
西オンタリオ大学学生（当時）