

令和 3 年 5 月 12 日現在

機関番号：32689

研究種目：基盤研究(C) (一般)

研究期間：2018～2020

課題番号：18K10976

研究課題名(和文) 最大を表す語彙を伴った無自覚的動機づけが運動系と瞳孔調節系神経活動に与える影響

研究課題名(英文) Effects of unconscious motivation with the term maximal on the motor system activity and pupil-linked noradrenergic activity

研究代表者

宝田 雄大 (Takarada, Yudai)

早稲田大学・スポーツ科学学術院・教授

研究者番号：70367093

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 3,300,000円

研究成果の概要(和文)：(古典的条件付けパラダイムの)無自覚的動機づけの運動行動促進効果は、その条件刺激(運動の概念を持った運動行動に関わる語彙)の見え方の意識的な知覚の有無に関係なく確認された。これは、閾下プライミングにおける「被験者がプライムに気づいているのではないか」との疑念を払しょくでき、実験方法の信頼性が高められた点で意義深い。そして、その動機づけ効果は「最大の」語彙を伴うと消失する傾向が観察された。これは、「最大筋力発揮時に働くと考えられている抑制因子がMVC時の『最大筋力の発揮』という行動目標自体に内在する」仮説を支持するもので、今後の最大筋力における抑制メカニズム解明の足掛かりとなる点で有意義である。

研究成果の学術的意義や社会的意義

(古典的条件付けパラダイムの)無自覚的動機づけの運動促進効果は、その条件刺激(運動の概念を持った語彙)の見え方の意識的な知覚の有無に関係なく確認された。これは、閾下プライミングにおける「被験者がプライムに気づいているのではないか」との疑念を払しょくできた点で意義深い。

また、この高い信頼性が担保された暗示的連合学習を用いた、仮説「最大筋力(MVC)発揮時に働くと考えられている抑制因子がMVC時の『最大筋力の発揮』の行動目標自体に内在する」の実証と心理的限界解明の試みは、競技力向上を目指したスポーツ選手のみならず、筋機能改善を目指した中高齢者やリハビリテーション患者にも大いに役立つと考えられる。

研究成果の概要(英文)：First, I showed that the potentiation of the pupil-linked neuromodulatory system and the more forceful motor actions occurred regardless of whether the goal-priming words were fully visible or not. This indicates that conscious awareness of behavioural goal-priming is not a necessary condition for goal pursuit processes to recruit resources for motor action. This in turn suggests that the implicit motivation effect, which is induced by an association between physical exertion and positive affect, underlies motor-goal priming and acts as a reward signal.

Next, I observed a trend that when combined with the term maximal in the consciously visible form, the effect of such subliminal motor-goal priming was abolished without conscious awareness. This is important because I hypothesise that the behavioural goal of maximal voluntary contraction (MVC), namely maximal voluntary force exertion, may unconsciously prevent goal pursuit, contributing to the inhibitory mechanism underlying MVC.

研究分野：Biological sciences/Cognitive neuroscience

キーワード：goal-priming unconscious motivation motor system activity noradrenergic activity TMS pupillometry maximal effort

1. 研究開始当初の背景

我々は、日常生活を特に意識することなく過ごしている。実際ヒトは、無意識に行動目標を追求でき(Bargh et al., 2001)、それを報酬と関連付けることで、高い意欲をもって無自覚的に力強い運動行動を引き起こす(Aarts et al., 2008)。一方、申請者らも、後催眠前向き暗示の皮質脊髄路興奮性高進をともなった無自覚的な筋力増大に加え(Takarada & Nozaki, 2014a)、上述の無自覚的動機づけによる皮質脊髄路興奮性高進をともなった最大随意等尺性筋力(MVC)増大を見出している(Takarada & Nozaki, 2014b)。これらは、無意識の(内的)報酬に関わる情報処理が運動皮質神経活動状態を変化させ、人知れず、運動行動に影響を及ぼすことを示している。

ところで、報酬とその予期に関わるとされるドパミンシステムはノルアドレナリンシステムと解剖学的及び機能的に関係が深い。たとえば、ノルアドレナリン(NE)とドパミンは前頭葉に同時に放出され、共に認知機能を仲介するようにネットワーク活動を調節する(Sara, 2009)。NEの唯一の供給源は脳幹の青斑核(LC)である。LC活動は側坐核に投射している腹側被蓋野(VTA)内神経細胞のみならず、(VTAに間接的に投射している)前頭葉神経細胞にも影響を与えている。したがって、LC活動はNEとドパミンシステム間の相互作用と両者の前頭葉との結合を強化する(Sara, 2009)。申請者らは、最近、この両者の密接な解剖学的且つ機能的関係に基づき、NEを含む瞳孔関連神経調節システムもドパミンシステムと同様に、これまでの無自覚的動機づけによりその活動が高進されるとの仮説をたて、実証した(Takarada & Nozaki, 2017)。

一方、先述の無自覚的動機づけは、先行研究に従って、見たと自覚できない(闕下)行動目標{条件刺激(conditioned stimulus, CS; USである餌との対経験を条件として唾液分泌を誘発する)}と、内的報酬を誘発するような前向き、素晴らしい等、形容詞{無条件刺激(unconditioned stimulus, US; 無条件で唾液分泌を引き起こす餌)}との対呈示(古典的条件付け)により行われる。しかし我々は、その行動目標を被験者の意識に上らないように十分覆い隠したと「客観的に」示すことができない、つまり、被験者が闕下と思われる行動目標(CS)を全て見ていたけれども感じなかった、努力感がなかった可能性を否定できない。だからこそ、これまでプライム関連記述には、“subliminal”ではなく、“barely visible”を用いてきた。

また、この無自覚的動機づけ効果は、プライムされる行動目標に対する(被験者の)達成願望の程度等に影響を受けるという(Custers & Aarts, 2005)。一方我々は、「MVC発揮における(心理的)抑制因子(Ikai & Steinhaus, 1961)がその行動目標(MVC発揮)自体に内在する」と考えているので、これまでの無自覚的動機づけを用いて、MVCの行動目標のMVCに与える影響を調べることにした。

2. 研究の目的

本研究の目的は、(a)(無自覚的動機づけとの関連で)自覚的動機づけの運動系、瞳孔関連神経調節系、運動行動(握力)に与える影響と、(b)最大を表す語彙を伴った無覚的動機づけが運動系、瞳孔関連神経調節系、運動出力(握力)に与える影響を明らかにするために、古典的条件づけを模した視覚的刺激(Takarada & Nozaki, 2014; 2017)の呈示中の経頭蓋磁気刺激法(Transcranial Magnetic Stimulation, TMS)の反対側一次運動野(M1)への単発刺激の誘発筋電図(MEP)と瞳孔径等を取得し、握力に与える影響を調べることである。

3. 研究の方法

測定システムは、皮膚電位活動(skin potential level, SPL)検査システム、語彙呈示中の瞳孔径検出システム、語彙呈示中のTMSの反対側M1単発刺激のMEPシステムである。は一般覚醒レベルを、は瞳孔径変化を、は皮質脊髄路の興奮性を評価するために用いられた。

語彙呈示中の眼球運動検出は角膜反射法とよばれる原理で、被験者の眼球に微弱な赤外線を照射し、その時に角膜や水晶の屈折面に形成される光源の反射像と瞳孔中心の位置関係から眼球運動角を算出する。測定時には、ゴーグルを装着し視野カメラ、眼球検出カメラの位置調整等を行う。

語彙呈示中の皮質脊髄路興奮性に与える影響を調べるために、TMSを用いて単発の左MI刺激のMEPを安静状態の橈側手根屈筋(FCU)から導出し、その後、握力測定システムよりMVCを

含む様々な大きさの握力が検出された。

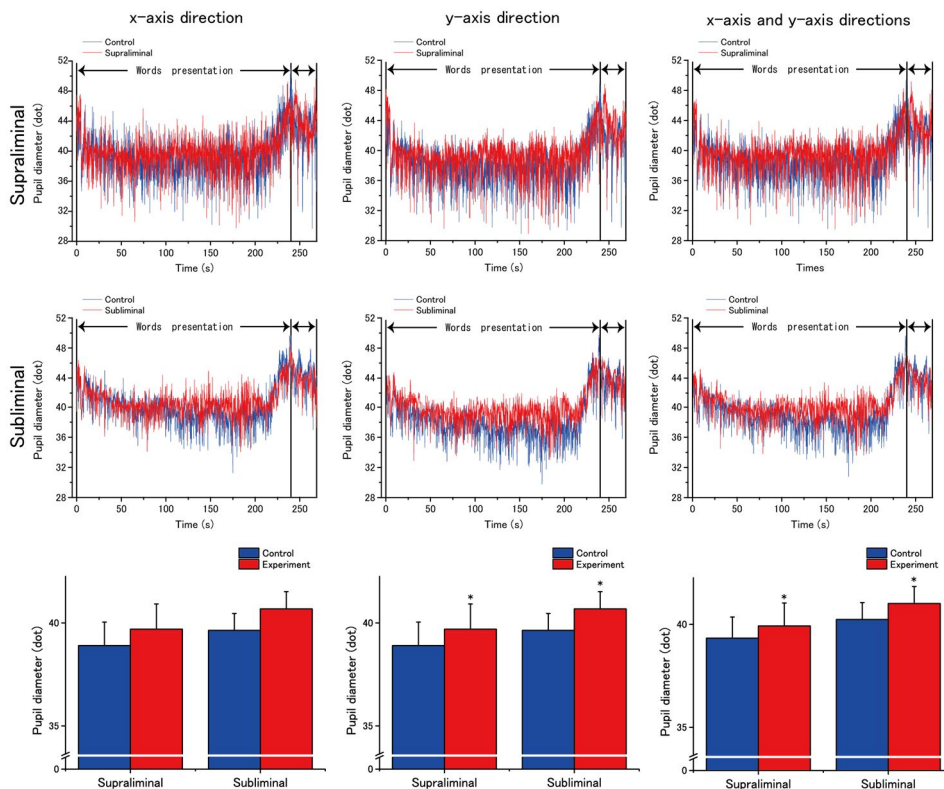
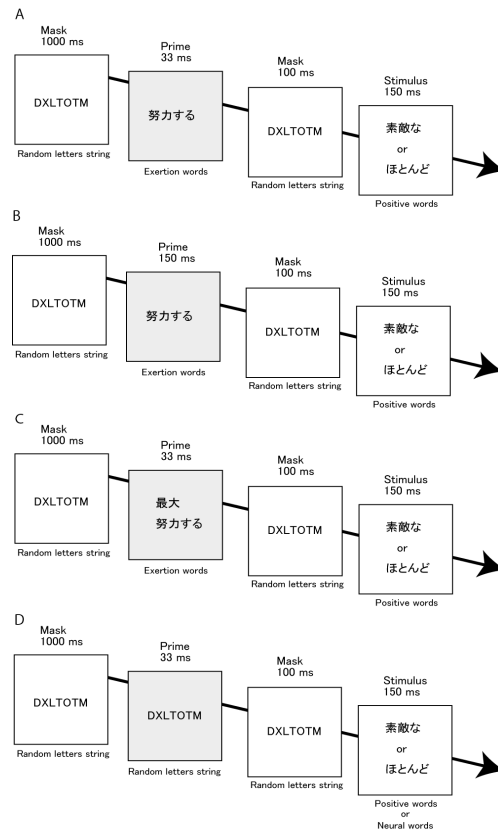
呈示する視覚刺激はこれまで用いてきた方法 (Takarada & Nozaki, 2014b; 2017) に基づき、研究目的(a)では閾下であった行動目標(右図 A)を閾上に(右図 B)、研究目的(b)では行動目標に「最大」を追記し(右図 C)(右図 Dはコントロール) SPL、MEP、瞳孔径、握力に与える影響を調べた。

4. 研究成果

無自覚的動機づけの運動行動の促進効果は、その条件刺激(運動の概念を持った語彙)の見え方の意識的な知覚の有無に関係なく確認された (Takarada & Nozaki, 2018)。これは、閾下プライミングにおける「被験者がプライムに気づいているのではないか」との疑念を払しょくできた点で意義深い。

また、この高い信頼性が担保された暗示的連合学習を用いた、仮説「MVC時に働くと考えられている抑制因子がMVC時の『最大筋力の発揮』の

行動目標自体に内在する」の実証と心理的限界解明の試みは、競技力向上を目指したスポーツ選手のみならず、筋機能改善を目指した中高齢者やリハビリテーション患者にも大いに役立つと考えられ、被験者数を増やして実施される予定の実験結果が待たれる。



(Takarada & Nozaki, Motivational goal-priming with or without awareness produces faster and stronger force exertion. Scientific Reports, 8, 10135, 2018)

< 引用文献 >

- Aarts, H., Custers R., & Marien, H. Preparing and motivating behaviour outside of awareness. *Science*, **319**, 1639, 2008.
- Bargh, J.A., Gollwitzer, P.M., Lee-Chai, A., Barndollar, K., & Trötsche, R. The automated will: Nonconscious activation and pursuit of behavioural goals. *Journal of personality and social psychology*, **81**, 1014–1027, 2001.
- Custers, R., & Aarts, H. Positive affect implicit motivator: on the nonconscious operation of behavioural goals. *Journal of personality and social psychology*, **89**, 129–142, 2005.
- Ikai, M., & Steinhaus, A.H. Some factors modifying the expression of human strength. *Journal of Applied Physiology*, **16**, 157-163, 1961.
- Sara, S.J. The locus coeruleus and noradrenergic modulation of cognition. *Nature Reviews Neuroscience*, **10**, 211–223, 2009.
- Takarada Y., Nozaki D. Hypnotic suggestion alters the state of the motor cortex. *Neuroscience Research*, **76**: 224-229, 2014a.
- Takarada Y., Nozaki D. Maximal voluntary force strengthened by the enhancement of motor system state through barely visible priming words with reward. *PLoS ONE* **9**: e109422, 2014b.
- Takarada Y., Nozaki D., Pupil dilations induced by barely conscious reward goal-priming *Neuropsychologia*, **103**, 69-76, 2017.
- Takarada Y., Nozaki D., Motivational goal-priming with or without awareness produces faster and stronger force exertion. *Scientific Reports*, **8**, 10135, 2018.
- Takarada Y., What is subliminal goal-priming with motivational reward? *Clinical Neuroscience* **38** (6), 756-759, 2020.

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計1件（うち査読付論文 1件 / うち国際共著 0件 / うちオープンアクセス 1件）

1. 著者名 Yudai Takarada, Daichi Nozaki	4. 巻 8
2. 論文標題 Motivational goal-priming with or without awareness produces faster and stronger force exertion	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Scientific reports	6. 最初と最後の頁 1-12
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.1038/s41598-018-28410-0	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている（また、その予定である）	国際共著 -

〔学会発表〕 計0件

〔図書〕 計0件

〔産業財産権〕

〔その他〕

WASEDA University Researcher Database https://w-rdb.waseda.jp/search?m=home&l=ja Google scholar https://scholar.google.co.jp/citations?user=8JwZqCIAAAAJ&hl=ja

6. 研究組織

氏名 (ローマ字氏名) (研究者番号)	所属研究機関・部局・職 (機関番号)	備考
---------------------------	-----------------------	----

7. 科研費を使用して開催した国際研究集会

〔国際研究集会〕 計0件

8. 本研究に関連して実施した国際共同研究の実施状況

共同研究相手国	相手方研究機関
---------	---------