

## 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25年4月30日現在

機関番号：32670

研究種目：基盤研究（B）

研究期間：2010～2012

課題番号：22330206

研究課題名（和文）学習と記憶に伴う身体反応の変容メカニズムに関する研究

研究課題名（英文）Underlying mechanisms of the modulation of body response during learning and memory

## 研究代表者

竹内 龍人（TAKEUCHI TATSUTO）

日本女子大学・人間社会学部・教授

研究者番号：50396165

## 研究成果の概要（和文）：

パターンや表情といった視覚刺激への学習に伴う自律神経応答と心理的反応の変容を実験心理学的に検討した。その結果、パターンの知覚学習進展に伴う自律神経応答（瞳孔反応）の変動は、知覚学習とは異なる学習曲線を示すことがわかった。また、幾何図形や文字、表情刺激を閾下で観察した場合、その対象への選好は自律神経応答（瞳孔の縮瞳率）から予測できることを実験的に示した。

## 研究成果の概要（英文）：

In this study, we examined how both autonomic nervous responses and psychological judgments are modulated during learning phase of the visual stimuli. We found that a pupil response varied systematically during the visual search training. We also showed that a modulation of pupil response elicited by a subliminally presented visual stimulus can predict preference for the stimulus.

## 交付決定額

（金額単位：円）

	直接経費	間接経費	合計
2010年度	3,800,000	1,140,000	4,940,000
2011年度	1,100,000	330,000	1,430,000
2012年度	1,100,000	330,000	1,430,000
年度			
年度			
総計	6,000,000	1,800,000	7,800,000

研究分野：社会科学

科研費の分科・細目：心理学、実験心理学

キーワード：視覚、学習、自律神経反応、瞳孔、閾下知覚

## 1. 研究開始当初の背景

人間の精神的活動を解明する上では、脳の機能のみならず身体反応に関する理解が重要である。特に感情の生成においては、身体反応からのフィードバックが大きく関与しているという可能性が指摘されてきた。しかし

ながら、感情以外の精神的活動と身体反応との関連性については知見が少ない状況であった。学習や記憶といった認知的な課題における心理的反応と身体反応とがいかなる関係にあるか、それを理解することにより、認知的課題の学習や選好の形成における身体反応の役割の解明、脳機能との関連性といっ

た問題の解明につながると期待された。

## 2. 研究の目的

視覚学習に関連した課題において身体の様々な機能を調整している自律神経反応と心理的反応がどのように関連しているかを実験心理学的に検討することにより、自律神経反応は学習の進展とともにいかなる様式で変容するのか、そして自律神経反応から心理的反応が予測できるのかどうかを明らかにすることを目的とした。

## 3. 研究の方法

視覚心理実験課題遂行時に実験参加者の瞳孔反応を測定した。そして、得られた瞳孔反応の変動と心理的反応との関係性を解析した。視覚実験課題としては、視覚探索課題を用いた知覚学習と、閾上および閾下において連続的に提示された幾何図形や表情写真の観察課題を用いた。視覚探索においては、あらかじめ指定されたターゲット刺激をできるだけ速くかつ正確に見つけ出す課題を数週間かけて学習した。観察課題に選好課題を組み合わせた条件では、ターゲット刺激画像を多数回観察後に、提示済みの画像と提示していない画像を見比べ、どちらの画像をより好ましく感じるかを選択した。

## 4. 研究成果

### (1) 視覚探索学習時における瞳孔反応

各実験参加者につき、方位差により定義されたターゲット画像を探索する視覚探索学習を数週間かけて行った。同時に実験参加者の瞳孔径を計測した。その結果、瞳孔反拡大率は探索学習開始直後急速に上昇し、学習開始から5日目後にピークに到達した。その後は、探索効率（探索速度）は向上し続ける一方で、瞳孔反拡大率は徐々に減少した（図1）。

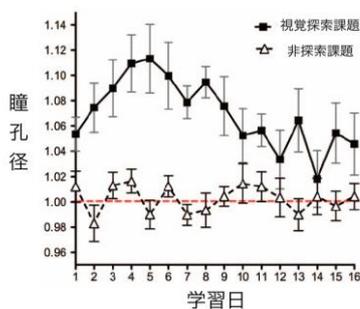


図1 視覚探索に伴う瞳孔径の変動

以上の結果から、身体反応の変容に関する学習曲線は、探索効率といった認知的パフォーマンスに関する学習曲線とは異なる形で変化していくことがわかった。以上の発見に関する論文は、海外学術誌に掲載された。認知的学習課題遂行時の身体反応の学習曲線を定めるメカニズムの解明が今後の研究課題となる。

### (2) 閾下単純接触と瞳孔反応

ターゲット刺激（幾何図形や文字図形）を閾上および閾下で提示した後に、その刺激に対する選好を判断させた。閾下条件における提示は、マスキング手法により行った（図2）。実験の結果、閾下で提示された図形への選好は、提示されていない図形と比較して強まるという閾下単純接触効果が生じた。一方で、閾上で提示した図形に対する選好は生じなかった。

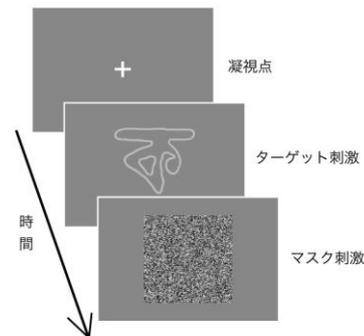


図2 ターゲット刺激の閾下提示

ターゲット刺激観察時に測定した瞳孔径を解析した結果、瞳孔径の縮小率と選好率に負の相関関係が存在することがわかった。つまり、閾下提示時に瞳孔径がより縮小している場合、その刺激がより好まれた。同じ実験参加者であっても、選好が生じない画像提示時には瞳孔の縮小はなかった。これは、認知的流暢性仮説や覚醒度低下が好ましさにつながるといふ仮説を支持している。この結果をまとめた論文は現在、海外学術誌へ投稿中である。瞳孔径の変動と選好との間に因果関係が存在するか否かを検討することが今後の課題となる。例えば、瞳孔径を強制的に変動させた後に選好に変動が生じれば、瞳孔を制御する脳内部位の活動が選好に関与することが示唆される。

### (3) 閾下表情刺激に対する瞳孔反応

実験参加者に表情画像を閾下および閾上で提示すると共に、観察している際の瞳孔径

を計測した。またその画像に対する情動印象評定を行った。その結果、表情刺激が閾上で提示された場合は、怒り顔に対する瞳孔径が笑顔に対する瞳孔径を上回った。この結果は、覚醒度の印象が高い画像に対してより散瞳するというこれまでの知見と一貫している。ところが、閾下で表情刺激を提示したところ、怒り顔よりも笑顔に対してより散瞳することがわかった(図3)。以上の結果は、閾下刺激であってもその情動成分に対して自律神経反応が生じることを示している。信号検出理論を用いて表情への検出感度を推定したところ、閾下付近では笑顔に対する感度の方が怒り顔への感度よりも高かった。このことは、自律神経は閾値付近における情動情報の検出に対して鋭い感度を持つことを示しており、瞳孔反応をモニターすることにより、観察者にとって情動価の高い刺激の存在を察知することが可能となる。本研究結果を論文としてまとめ、現在海外学術誌に投稿中である。

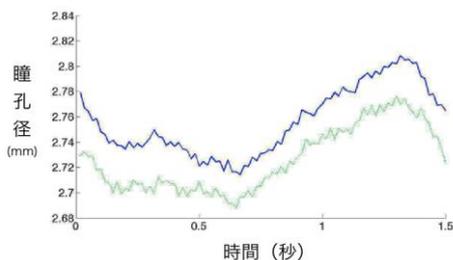


図3 閾下提示された表情画像に対する瞳孔反応

#### (4) 閾下提示による対人魅力操作

閾下で提示された表情画像を観察した後、その同一人物への選好度合いは変動するのであるか？もし変動するのであれば、事前に閾下提示を行うことにより、対人魅力を操作することが可能になる。そこで、笑顔あるいは怒り顔を閾下接触させた後、その表情を持つ人物および別の人物の画像に対する選好度を一対比較法により推定した。その結果、怒り顔を閾下で観察した場合の方が、笑顔を観察した時よりも選好度が高くなった(図4)。この結果は視覚的な順応によるものではなく、先に記した表情に対応する瞳孔反応の変容により生じていると考えられる。つまり、怒り顔は笑顔よりも瞳孔の縮瞳を招き、その結果として後に提示される閾上の表情に対する選好を招くということである。今後の検討課題としては、閾下提示による対人魅力度の変容に性差があるかを明らかにすることが挙げられる。

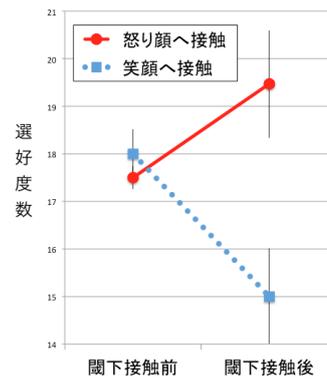


図4 閾下接触前後における選好度数の変化

#### 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 10 件)

- ① Yoshimoto, S., Imai, H., Takeuchi, T., Subliminal mere exposure effect and pupil responses, The Japanese Journal of Psychonomic Science, 査読有、vol. 31, pp. 75-76, 2013
- ② 吉本早苗、弁別閾下の表情により変化する瞳孔反応、日本女子大学大学院人間社会研究科紀要、査読無、vol. 19、pp. 173-182、2013  
<http://ci.nii.ac.jp/naid/110009561270>
- ③ 竹内龍人、位置の錯視を引き起こす視覚のメカニズムに迫る、心理学評論、査読無、vol. 55、pp. 396-399、2013.
- ④ 吉本早苗、今井久登、竹内龍人、怒り顔の閾下提示による好感度向上と瞳孔反応、電子情報通信学会技術報告、査読無、vol. 112、no. 412、pp. 71-76、2013.
- ⑤ 吉本早苗、網膜照度が視覚運動ブラインディングに与える影響、日本女子大学大学院人間社会研究科紀要、査読無、vol. 18、pp. 113-121、2012.  
<http://ci.nii.ac.jp/naid/110009004234>
- ⑥ 吉本早苗、竹内龍人、網膜照度により変化する視覚運動の知覚、心理学評論、査読有、2011、vol. 54、pp. 168-178.
- ⑦ Takeuchi, T., Yoshimoto, S., Shirama, A., Lo, S. W., Imai, H., Developing preference to subthreshold visual patterns estimated by pupil response, Perception, 査読有、vol. 40, p. 143, 2011  
<http://www.perceptionweb.com/abstract.cgi?id=v110591>
- ⑧ Yoshimoto, S., Lo, S. W., Takeuchi, T.,

Pupil responses to subliminally presented facial expressions, Perception, 査読有, vol.40, p.139, 2011.

<http://www.perceptionweb.com/abstract.cgi?id=v110025>

- ⑨ Takeuchi, T., Puntous, T., Tuladhar, A., Yoshimoto, S., Shirama, A., Estimation of mental effort in learning visual search by measuring pupil response, PLoS ONE, 査読有, vol.6, pp.1-5, 2011.  
doi:10.1371/journal.pone.0021973.
- ⑩ Takeuchi, T., Tuladhar, A., Yoshimoto, S., The effect of retinal illuminance on visual motion priming, Vision Research, 査読有, vol.51, pp.1137-45, 2011.  
doi: 10.1016/ j.visres. 2011.03.002.

[学会発表] (計4件)

- ① 竹内龍人、吉本早苗、二色配色における色の誘目性、日本基礎心理学会第31回大会、2012年(九州大学)
- ② 吉本早苗、今井久登、竹内龍人、関下単純接触効果と瞳孔反応、日本基礎心理学会第30回大会、2011年(慶應義塾大学)
- ③ Yoshimoto, S., Imai, H., Takeuchi, T., Underlying mechanism of subliminal mere exposure effect -When your pupil constricts, you will like what you unconsciously see-. 15<sup>th</sup> ASSC, 2011 (Kyoto University).
- ④ 竹内龍人、吉本早苗、視覚探索における映像再生方向の効果、日本心理学会第75回大会、2011年(日本大学)

[図書] (計1件)

- ① 竹内龍人、だまし絵でわかる脳の仕組み、誠文堂新光社、2012年

[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]

アウトリーチ活動

招待講演

- ① 竹内龍人、なぜそれを好きになるのか? ~選好と無意識の実験心理学~, 第51回 InfoTalk、産業技術大学院大学、2013年
- ② 竹内龍人、超カガクの勉強法、東調布第一小学校、大田区、2012年
- ③ 竹内龍人、瞳孔から知る無意識の視覚情報処理過程、視覚科学技術コンソーシアム第1回メンバーイベント(東京)2011年

6. 研究組織

(1) 研究代表者

竹内 龍人 (TAKEUCHI TATSUTO)

日本女子大学・人間社会学部・教授

研究者番号：50396165

(2) 研究分担者

今井 久登 (IMAI HISATO)

学習院大学・文学部・教授

研究者番号：70292737

(3) 研究協力者

吉本 早苗 (YOSHIMOTO SANAE)

日本女子大学大学院・人間社会研究科・博士前期課程2年

