

平成 30 年 6 月 11 日現在

機関番号：13101

研究種目：若手研究(B)

研究期間：2014～2017

課題番号：26780412

研究課題名(和文)手の視覚的認知の研究

研究課題名(英文)On human visual cognition of hands

研究代表者

新美 亮輔(Niimi, Ryosuke)

新潟大学・人文社会・教育科学系・准教授

研究者番号：60513687

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 2,100,000円

研究成果の概要(和文)：手の視覚的認知と視覚的注意との関連を認知心理学的実験により検討した。主に2つの実験手法を用いた。第一に、視覚的注意の古典的な実験手法である先行手がかり法を用いて、手がかり刺激として提示された手がどの程度注意を引きつけるか検討したが、予想に反し、他の物体(花やイスなど)と比べて特に注意を引くという結果は得られなかった。第二に、人物像を含む自然な写真を観察しているときに眼球運動を測定する実験により、顔や手がどのように注視されるか調べた。その結果、まず顔が注視され、その次に手が注視されることがわかった。また、何かの物体と相互作用している手は、そうでない手よりも注意を引きやすいことが新しく発見された。

研究成果の概要(英文)：Psychological experiments were conducted to examine the role of hands in visual selective attention. First, Posner's classical cueing paradigm was used to assess how strongly hand images attract attention. It was found that hands had no attentional advantage over other object (e.g., flowers), which was an unexpected result. In addition, IOR (inhibition of return) was examined. Second, eye-tracking experiments were conducted to examine the attentional shifts during free observations of natural scene images containing human figure. Results showed that i) observers looked at hands just after faces, and ii) hands interacting with other objects were looked at more often and quickly than non-interacting hands. The relationships with other objects (faces, tools, etc.) would be critical to understand the role of hands in attention, scene perception, and person perception.

研究分野：認知心理学

キーワード：注意 情景知覚 身体知覚 顔認知 視覚認知

### 1. 研究開始当初の背景

本研究は、手の視覚的認知がどのように行われ、ヒトの視覚認知システムにおいてどのような位置を占めているのか、主として視覚的注意との関連から検討するものである。研究開始当初においてすでに知られていた手の視覚的認知に関する心理学的研究としては、手をはじめとする身体部位が視覚的注意を引くかどうかという注意に関する研究、手の心的回転 (mental rotation) に関する研究などがあった。

特に前者が本研究に関わるが、多くの論文をレビューしたところ、手が視覚的注意に与える影響がどのようなものか、実ははっきりわかっていなかった。たとえば、顔が視覚的注意を引く (たとえば、画面に顔を含む写真と顔を含まない写真をならべて表示すると、顔を含む写真の方に注意が向くことが多い) ことはよく知られているが、手が注意を捕捉する効果を持つかを検討した論文には、効果があると報告するものも (①)、効果がないと報告するものも (②) ある。手だけについて検討するのではなく、手を含む身体部位 (足、胴体など) としてまとめてしまっている例も多く、手そのものに特化した研究がさほど多いわけではない。また、手は単に注意を引くというより、手が視覚的注意に別の形で影響を与えるという報告も散見された (たとえば、手で囲むようにした領域に注意が留まりやすい、など)。

以上のような調査の結果を、次のようにまとめることができる。第一に、顔と注意の関係については多くの研究があるものの、これに比べると手と注意の関係については研究が多くはなく、かつ、一貫した結論が得られていなかった。第二に、手と注意との関係は、単に手が注意を引きやすいというような単純なものではなく、複雑なものであることが推測された。つまり、未知の第三の要因によって左右されたり、状況によって変化したりするようなものだという事である。手と注意の関係について必ずしも一貫した知見が得られてこなかったのも、そのためであろうと考えられた。神経科学研究ではマカク属のサルやヒトの脳の視覚領野で手に対して選択的に反応する細胞や領域があることが繰り返し報告されており、視覚系において手の情報処理がある種の特異的な地位を占めているであろうことは強く示唆されてきた。こういったことから、これまでの心理学的研究では実際には存在する手の効果をうまく検出できていなかったのではないかと考えたのである。

### 2. 研究の目的

(1) 上記のような背景を踏まえ、まず検討を行ったのは、手が顔と同様に注意を引くのかどうか、あらためてはっきりとさせることであった。顔が注意を引くということは、視覚的注意の古典的な実験パラダイムである

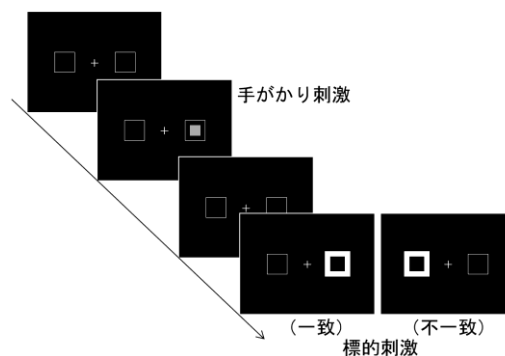


図1 先行手がかり法による注意の実験

Posner の先行手がかり法などを用いて示されてきた。そこで、この実験パラダイムを用いて、手、顔、その他の物体のそれぞれが注意を引く効果がどれくらいあるのかを検討することにした。

先行手がかり法とは、図1のような実験手法である。まずコンピュータ画面の左右どちらかに先行手がかり刺激 (図1の例ではグレーの四角形) を提示し、そこに実験参加者の注意を引きつける。そのあと、しばらく (実験にもよるが、おおむね 0.1~1.0 秒) 経ってから、左右どちらかに標的刺激が現れる。実験参加者は、この標的刺激を見つけたらできるだけ早くボタンを押して反応することが求められる (あるいは、標的刺激が2種類の文字のいずれかで、文字の種類を判断して2つのボタンのどちらかをできるだけ早く押す)。もし先行手がかり刺激が強く注意を引きつけているなら、手がかり刺激と同じ位置に現れた標的に対する反応 (一致条件) は、手がかり刺激と反対の位置に現れた標的に対する反応 (不一致条件) よりも速くなるはずである (反応時間を計測して比較することでわかる)。そこで、手がかり刺激を顔や手、その他の物体の写真にして、これらの刺激が注意を引く強さを比較することができるのである。

(2) 第二に、手と注意の関係が複雑なものであると考えられたことから、上記の先行手がかり法のようなきわめて単純化された実験状況ではなく、より現実に近い状況での手と注意の関係を検討することを考えた。手が注意に影響を与えるとすれば、それは何らかの生態学的妥当性 (ecological validity) があるからだと考えられる。たとえば、何らかの理由で手に注意した方がよい状況では、手は注意を引くかもしれないが、そうではない状況では、手は特に注意を引かないのかもしれない。そこで、手や顔を切り抜いた写真を使うのではなく、自然な情景写真を実験材料として使い、これらの写真を実験参加者に自由に観察してもらい、眼球運動を測定する実験を行うにこととした。つまり、手や顔を含む自然な情景画像を自由に観察しているときに、注意がどこに向くのかを調べるのであ

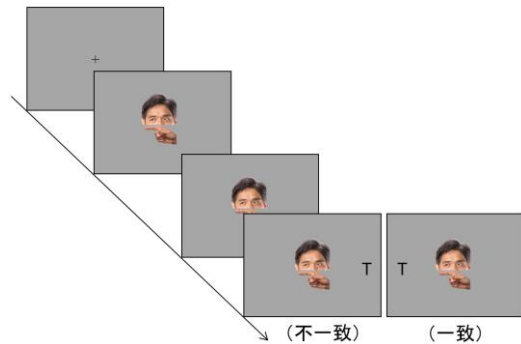


図2 視線と指さしの同時提示による  
注意の誘導の実験

る。このような実験ならば、手が注意に影響を与える生態学的妥当性の高い状況が含まれることが期待できる。また、視覚的注意の研究としては情景観察時の眼球運動の測定は主要な実験パラダイムであるが(③)、手に着目した研究でこのパラダイムを用いたものはなく、新しい知見が得られることが強く期待された。

### 3. 研究の方法

(1) 先行手がかり法を用いた実験では、まず図1のような実験において、手がかり刺激として顔、手、足、イス、花の写真(それぞれ8種)と、統制刺激(グレーの四角形)を用い、比較した。手がかり刺激は、それ自体が持つ単純な画像特徴(明るさやコントラスト)が注意を引く効果を統制するため、平均輝度とコントラストをすべての刺激で均一にした。標準的な方法にしたがい、手がかり刺激の提示から標的刺激の提示までの時間間隔(CLT, cue lead time)も数段階設け、試行ごとにランダムになるようにして、標的刺激の出現タイミングを実験参加者が予測できないようにした。標的刺激に対するボタン押し反応の反応時間を測定した。

先行手がかり法を用いた別の研究も行った。顔の研究では、視線が注意を誘導することが知られている。画面の右に視線を向けている顔写真を見ると、自然と実験参加者の注意も画面の右に誘導される、というような現象である(④)。同様に、手の指差しも注意を誘導することが知られている(⑤)。これらの現象は、顔や手の存在自体が注意を引くということとは別の形での、注意への影響である。そこで、この点についても検討することにした。

具体的には、図2に示したように、手がかり刺激として顔や手の写真を用いた。顔は、視線が画面の左、右、または正面を向いたものを用いた。手は、画面の左または右を指しているものを用いた。こういった顔や手の画像が手がかり刺激として注意を誘導することはすでに知られているが、顔と手を組み合わせた場合にどうなるかは知られていな

い。現実には、顔と手を同時に観察することが多い。また、コミュニケーションにおいて他人の注意を誘導する際も、視線と手の両方を用いることが多いだろう。そこで、顔と手を組み合わせた場合に注意がどう誘導されるかを検討した。顔(の視線)と手は、図2のように同じ方向を向いている場合、逆を向いている場合の両方を用意した。標的刺激は文字(TまたはL)とし、文字に応じて2つのボタンのいずれかを押すのが実験参加者の課題であった。この課題は、顔の視線による先行手がかり実験を行った先行研究(④)の方法にならったものである。

(2) 情景観察時の眼球運動を測定する実験では、人物像が含まれる情景写真を主にストックフォトサービスなどから選び、実験刺激に用いた(図3A)。情景写真は6条件に分けられた。Object条件は、人物を含まず、明らかに中心的で明瞭な物体が一つ含まれる写真だった。これは一種の統制条件で、顔や手ではない顕著性の高い物体に対する注意を測定するためのものである。このほか、顔を含み手を含まない条件、resting hand(特に物体と相互作用していない手)を含み顔を含まない条件、interacting hand(道具を持つなど物体と相互作用している手)を含み顔を含まない条件、手と顔の両方を含む条件(手はresting hand, interacting handの両方の条件がある)の条件を設けた。各条件24枚の写真を用意した。人物は必ず1名とした(ただし、小さくぼやけた人物像が背景に含まれる場合はあった)。これは、先行研究(⑥)により、複数人物が写っている写真ではそこに知覚される社会的相互作用が眼球運動に影響することがわかっていたからである。

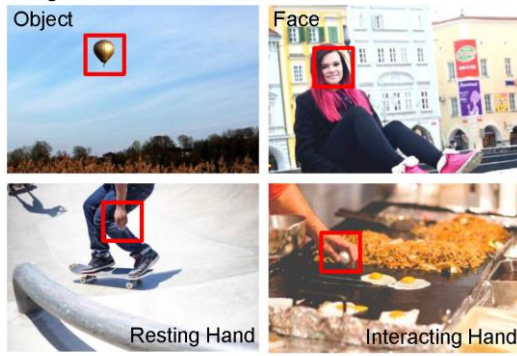
続いて、各情景写真についてAOI(area of interest)を定めた。これは、手や顔のある場所をすべて同じ大きさの正方形領域として定めたものである。AOIの中に実験参加者の視線が入れば、その物体ないし顔、手に注意が向いていると判断した。

眼球運動測定には、GazeParser/Simple GazeTracker(⑦)をPsychophysics Toolboxで利用するSGT Toolboxを用いた。測定用のカメラ、赤外線照明などの装置を用意し、組み立てた。

実験参加者は、まず十字形の注視点に注視するよう教示された。この注視点は、次に現れる情景写真中のAOIから必ず一定の距離になるように設定されていた。注視点が消えると、情景写真が10秒間提示され、参加者はその間自由に写真を観察するよう教示された。この間の参加者の注視位置が測定された。なお、写真提示後まれに画面のランダムな位置に赤いドットがひとつ現れ、参加者はこれが現れたらできるだけ早くボタンを押すように求められた。これは、参加者の飽きを防止するためのダミー課題であって、この課題の結果は特に分析しなかった。

A

Single-AOI Scenes



Face+Hand Scenes



B

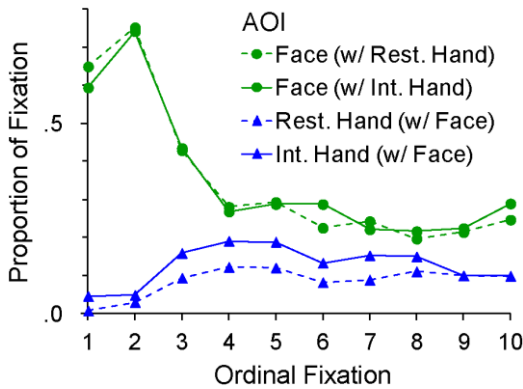


図3 手や顔を含む情景写真の自由観察時の眼球運動測定実験結果（一部）

4. 研究成果

(1) まず、先行手がかり法（図1）において顔や手の画像を手がかり刺激に用いた実験を行った。予想に反して、手が他の物体に比べて特段注意を引くという結果は得られなかった。足についても同様であった。先行手がかり法では、さまざまな実験条件の設定（CLTの長さや、左右の提示位置を示す枠の有無、先行手がかり提示後に一度注視点を光らせる central cue の有無など）によって実験結果が変化することも知られているので、かなりいろいろな条件で実験を試したものの、やはり手の先行手がかり刺激が他の物体の手がかり刺激や統制刺激（グレーの四角形）に比べて注意を引きやすいという結論は得られなかった。

そこでまず考えられたのは、注意を引く効果はあくまでも相対的なもので、絶対的なものではないのではないか、ということである。

つまり、手が単独で表示されても、花が単独で表示されても、何もない画面に1つの物体があるという意味では同じであるから、どちらも等しく注意を引くのかもしれない。もし手と花が同時に表示されている画面ならば、手は花より注意を引き、注意は手に向きやすいのかもしれない。実際、注意は一種の競合解決のプロセスとして理解できることが、認知心理学では知られている。

そこで、手がかり刺激を2つ同時に提示し、つまり左と右に1つずつ（手と花、足と手、のように）提示し、どちらに標的刺激が提示された時の方が反応時間が短くなるかを実験した。しかし、この実験でも、特に手が注意を引くという証拠を見つけることはできなかった。やはり、先行手がかり法のような非常に単純化された実験事態では、手が注意を引く効果は見られないか、見られたとしてもかなり小さいのかもしれない。

(2) その一方で、先行手がかり法の実験からはひとつ興味深い結果が得られた。

先行手がかり法の実験では、復帰の抑制（IOR, inhibition of return）と呼ばれる現象が知られている（⑧）。これは、手がかり刺激の提示から長い時間が経って標的刺激が提示されると（つまり、CLTが長い場合）、かえって手がかり刺激と同じ場所に提示される（一致条件の）標的刺激に対する反応が遅くなるというもので、一度注意を向けた場所に再び注意が戻ることを抑制する機能があるためだと解釈されている。このような機能があるために、ヒトは情景内のさまざまな場所に注意を向け、効率よく視覚探索を行うことができるのだとも考えられている。

本研究の実験でも、この復帰の抑制が見られたのだが、通常では考えにくいほど早い段階でそれが現れていた。復帰の抑制は一般的にCLTが0.3~3.0秒程度で見られるとされている。しかし、本研究の場合にはCLTが0.2秒程度の段階ですでに復帰の抑制が見られ、さらに0.6秒程度ではむしろ復帰の抑制が減少していた。興味深いことに、手がかり刺激が統制条件（グレーの四角形）だけになるようにして、その他はまったく同じ条件で実験を行うと、このようなことは起こらなかった。つまり、手がかり刺激としてさまざまな種類の物体（手、顔、花など）がランダムに表れると、復帰の抑制が速く起こり、速く消えるということが示唆された。

この現象の原因ははっきりとはわからないが、手がかり刺激としてさまざまな現実の物体が用いられ、どんな物体が現れるかわからない状況では、復帰の抑制が速く起こるのかもしれない。そしてこのことから、やはり単純化された実験事態よりも、より複雑で現実的な（生態学的妥当性が高い）状況の方が、手と注意の関係の特殊性が現れるのかもしれないという示唆が得られた。事実、この結果は情景写真を用いた眼球運動測定の研

究に進むことになったモチベーションのひとつであった。

なお、この成果は、国際専門誌に英語論文として掲載済である。

(3) 先行手がかり法で視線や指さしを手がかり刺激に用いた実験(図2)では、顔の視線と指さしの方向が一致している場合とそうでない場合でどのような結果の違いがあるかを主に検討したが、残念ながら特段の効果は見られなかった。具体的には、顔の視線の指す方向に標的刺激が現れるかどうかの影響と、指さしの示す方向に標的刺激が現れるかどうかの影響の間に、何らかの相互作用があるのではないかと予測したが、これといった相互作用は見いだせなかった。

この点については、さまざまな条件を考慮した上で、今後さらに詳細な検討を行っていく必要があると思われる。たとえば、本実験では実験の所要時間を短くし参加者の負担を減らすためCLTを複数用いず一定の長さとしたが、このことが結果に影響していた可能性も否定できない。前述のように、先行手がかり法の実験では、反応時間に影響するさまざまな要因が知られており、そういった諸条件を厳密に統制・制御する必要があるのかも知れない。

(4) 情景写真の自由観察時の眼球運動測定の実験では、まず、明らかに手より顔が早く・長く注視されることがわかった。その差はきわめて大きく明確で、先行手がかり法の実験で顔と手の差があまり見られなかったこととは対照的であった。周囲にさまざまな物体や背景がある複雑で自然な情景刺激では、顔が注意を引く効果は非常に強力なものであることが確認された。

さらに重要なことには、手が注意を引く効果も一定の条件下で確認された。画面の一部に一定時間以上視線が滞留した場合、それを固視(fixation)として検出し、集計した。図3Bは固視の分析結果の一部を示している。横軸は、情景画像提示後いくつ目の固視かという順序を示している。縦軸はその固視がそれぞれのAOIに入っていた割合で、4本の折れ線グラフはAOIの種類を示している。この図では情景写真に顔と手の2つのAOIが含まれていた条件のデータのみを示している。

まずわかるのは、情景写真が提示されてすぐの1~3回目の固視の多くが顔に向いていることである。手のAOIの固視比率(青いグラフ)が増えるのは、その後の4~6回目の固視においてである。これらの結果から、情景観察時にはまず顔が注視され、その次に手が注視される傾向があるということがわかった。顔に比べれば手は注意を引かないという結果とも言えるが、一方で、情景内の他の物体に比べれば手は注意を引きやすく、顔に次いで注視されやすいとも言える。

このほか、顔の視線が手に向いている写真

とそうでない写真を比較したところ、顔の視線が実験参加者の注意を誘導していることを示す結果も得られた。つまり、顔の次に手が注視されるという現象は、少なくとも部分的には、顔の視線による注意の誘導によっていることができる。ただし、顔の視線が手に向いていなくても、手は顔の次に注視される傾向があった。

(5) 情景画像の眼球運動測定実験で得られた最も興味深い結果は、interacting hand(物体と相互作用している手)は、そうでない手よりも注意を引きやすいということである。図3Bの手のAOIの結果(青いグラフ)を見ると、第3~8番目の固視において、interacting handの方が多く注視されていることがわかる。AOIに初めて固視が入った時間(潜時)のデータからは、interacting handはresting handよりも早く固視されるという結果も得られている。これらの効果は明瞭で、当初予想していたよりもかなりしっかりしたものだ。

ただし、interacting handは、AOI内に道具など手以外の物体が含まれている可能性が高く、従ってAOI内の画像の知覚的顕著性(perceptual saliency)が高いという可能性があった。そこで、画像の知覚的顕著性を推計するソフトウェアを用いて全AOIの知覚的顕著性を計算・比較したが、object条件(図3A参照)のAOIのみ他より高いという結果であった。つまり、interacting handが注意を引くという効果は、知覚的顕著性では説明できないものであった。

この結果は非常に興味深いもので、手の知覚だけでなく、情景認知、対人認知などさまざまな観点から考察すべき現象である。手が何かの物体を持つなど動作していることは、その手の持ち主の行為や意図を認知・理解する上で重要な情報である。このような生態学的妥当性の高い情報を得るように注意が誘導されているのだと考えることができる。

なお、これら(4)および(5)の成果は国際的な知覚心理学のジャーナルに英語論文として投稿し、査読を経て改稿中である。

#### (6) 今後の展望

手の視覚認知、とくに注意との関係を明らかにするためには、これまでの多くの研究のように手を単独で用いた実験ではわからないことが多く、顔とセットで考えることや、より自然で生態学的妥当性の高い状況で試すことが重要であることがわかった。特に興味深い結果として、interacting handの特異性がある。近年では、物を操作している手の動作の視覚情報処理に関する神経科学的研究も複数存在しており、今後の研究では、手と他の物体との関係性という変数をより厳密に考慮に入れる必要があると言えるだろう。

〈引用文献〉

- ① Morrisey, M. N., & Rutherford, M. D. (2013). Do hands attract attention? *Visual Cognition*, 21, 647-672.
- ② Downing, P. E., Bray, D., Rogers, J., & Childs. C. (2004). Bodies capture attention when nothing is expected. *Cognition*, 93, B27-B38.
- ③ Henderson, J. M. & Hollingworth, A. (1999). High-level scene perception *Annual Review of Psychology*, 50, 243-271.
- ④ Driver, J., Davis, G., Ricciardelli, P., Kidd, P., Maxwell, EK., & Baron-Cohen, S. (1999). Gaze perception triggers reflexive visuospatial orienting. *Visual Cognition*, 6, 509-540.
- ⑤ Ariga, A. & Watanabe, K. (2009). What is special about the index finger?: The index finger advantage in manipulating reflexive attentional shift. *Japanese Psychological Research*, 51, 258-265.
- ⑥ Birmingham, E., Bischof, W. F., & Kingstone, A. (2008). Gaze selection in complex social scenes. *Visual Cognition*, 16, 341-355.
- ⑦ Sogo, H. (2013). GazeParser: an open-source and multiplatform library for low-cost eye tracking and analysis. *Behavior Reserch Methods*, 45, 684-695.
- ⑧ Klein, R. M. (2000). Inhibition of return. *Trends in Cognitive Sciences*, 4, 138-147.

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 Niimi, R., Shimada, H., & Yokosawa, K. (2017). Inhibition of return decays rapidly when familiar objects are used. *Japanese Psychological Research*, vol. 59, pp. 167-177 (Special issue: Search: a new perspective to understand cognitive dynamics). doi: 10.1111/jpr.12149

〔学会発表〕 (計4件)

- ① 新美亮輔 (2017年3月). 自然画像中の顔と手はいかに眼球運動を誘導するか 日本心理学会「注意と認知」研究会第15回合宿研究会 (名古屋)
- ② 新美亮輔 (2017年3月). 視覚における手の役割 新潟心理学会第53回大会
- ③ Niimi, R. (2015年11月). How do we see hands? Attentional deployment when observing hand images. Psychonomic Society Annual Meeting (シカゴ)
- ④ 新美亮輔 (2015年11月). 人は手をどう

見ているか:手の自由観察時の眼球運動の検討 日本基礎心理学会第34回大会(東大版)

〔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〕

新美亮輔「自然画像中の顔と手はいかに眼球運動を誘導するか」*Technical Report on Attention and Cognition* (2017) No. 8 [http://cogpsy.let.hokudai.ac.jp/%7Ef209/AandC/19/8\\_Niimi.pdf](http://cogpsy.let.hokudai.ac.jp/%7Ef209/AandC/19/8_Niimi.pdf)

6. 研究組織

(1) 研究代表者

新美 亮輔 (NIIMI, Ryosuke)  
新潟大学・人文学部・准教授  
研究者番号: 60513687

(2) 研究分担者

( )

研究者番号:

(3) 連携研究者

( )

研究者番号:

(4) 研究協力者

( )