

## 科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成 27 年 5 月 31 日現在

機関番号：18001

研究種目：基盤研究(C)

研究期間：2012～2014

課題番号：24530916

研究課題名(和文) ヒト検出過程の特性に関する研究

研究課題名(英文) A study on properties of person detection

研究代表者

遠藤 光男 (Endo, Mitsuo)

琉球大学・法文学部・教授

研究者番号：90185166

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 1,200,000円

研究成果の概要(和文)：本研究は、これまであまり研究の進展が認められなかったヒト検出過程の特性について明確にすることを目的とした。自然なシーンの中からヒトを検出する場合、近距離の場合には正面顔がヒト検出の手がかりとして重要であるが、中遠距離では、顔よりも身体の手がかりの重要性が増すことが示された。さらに、いずれの場合でも肌の色や髪の色、服の形や色などの顔以外の手がかりもヒト検出の手がかりとして有効であることが示唆された。さらに、空間周波数成分の画像処理を用いた研究では頭部の検出は人物同定や表情認識よりも遠距離から可能なことと、正面向きと肌の色が遠距離でも手がかりとして有効なことが示された。

研究成果の概要(英文)：The aim of the present study was to explore the properties of person detection. The results show that when we search human presence in a natural scene, frontal views of faces are the most important cues at short distances, and that human body forms are more salient than frontal views of faces at middle or long distances. It is also suggested that there are other useful cues for human detection, such as skin color, hair, and form and color of clothes at any distances. Experiments manipulating spatial frequencies contained in the stimuli show that we are able to detect the head of a human body at farther distances than we are able to identify a face or recognize a facial expression, and that frontal views of faces and skin color are salient cue for detecting human heads at even farther distances.

研究分野：認知心理学

キーワード：ヒト検出 顔検出 自然な情景 空間周波数

## 1. 研究開始当初の背景

顔はわれわれにとって社会的にも生物学的にも最も重要な視覚的刺激であり、われわれは顔を通して他者の意図、感情状態、アイデンティティなど対人的相互作用を行う上で不可欠な情報を読み取っている。そのためわれわれは顔に対して特別な反応性を有し、顔がわれわれの注意を特に引きつけることや注意をそらすのに時間がかかることが示されている。さらに大脳皮質内に顔の認識に関わる3つの領域が特定されている。

一方で、顔以外の身体も顔と同様に他者の意図や活動を解釈する上で重要な手がかりとなり、われわれにとって重要な視覚刺激である。そして、注意を引きつけることなどの反応性の点で顔と同様の特性を有することや、脳内に身体処理に関わる3つの領域があり、それらは顔の領域と場所や機能の点で類似していることが示されている(ここまでのレビューとして、遠藤(2015)を参照)。

以上、顔と身体の初期の処理過程には類似性があることが指摘されているが、これまでの研究では、顔と身体に対する検討はそれぞれ独立に行われてきた。すなわち、顔の研究では、顔のみを単独で提示した条件で検討されることが多く、上半身など身体の一部が提示されていてもその影響について考慮されてこなかった。また、身体に対する研究は、顔以外の身体のみを提示した条件で主に検討されてきた。これらの研究は、顔と身体それぞれの認識特性を明らかにできるという点では意義があるが、われわれが日常生活で観察することが少ない不自然な刺激条件を用いて検討していることは否めない。また、従来の研究では、顔や身体を他の背景から切り離し、それらを単独でまたは複数提示する条件で行われ、自然なシーンの中に提示される顔や身体への反応を検討することはほとんどなかった。

さらに、顔認識においては、およそ45mの観察距離が人物同定の限界であることや表情については45mの観察距離でも男性の怒り顔などは識別可能であることが明らかとなっているが、ヒトの検出はどの程度の観察距離から可能なのかといった基本的なデータも今のところ見当たらない。

今後は、自然なシーンの中で、ヒトの存在を検出することに影響する要因の分析や、検出手がかりとして顔と身体がどのように相互作用を行っているかについて明らかにすることが必要になってくる。

## 2. 研究の目的

本研究では、以下の2点について明らかにすることを試みた。

(1)自然なシーンの中からヒトを検出する際

に影響を与える要因を探索的に検討することを目的として刺激の大きさ、身体の向き(顔の有無に関わる要因)、身体部位の呈示等に焦点を絞り、これらの要因の変化がヒト検出に要する時間や正答率に与える影響や要因間の相互作用の有無を明らかにする。

(2)ヒトの検出や顔の検出がどの程度の距離から可能なのかを査定する前段階として、顔検出に関わる空間周波数成分の特定を行う。観察距離が遠くなると視覚パターンの細部の情報を伝える高空間周波数成分の情報が把握できなくなり、低空間周波数成分のみが認識の手がかりとなる。したがって、遠距離から見た画像は高空間周波数成分を取り去さり低空間周波数成分のみを残した画像と等価であるといわれている。顔画像はどの程度の低空間周波数成分で検出可能になるのか、それは、人物同定課題の結果と比較して違いはあるのか、また、顔の向きや照明の状態でどのように変化するのかなどを明らかにする。

## 3. 研究の方法

### (1)実験1, 2

自然なシーンの中でのヒト検出において頭部と身体の手がかりとしての有効性の相対的関係を探ることを目的として実験1を行った。具体的には、顔の検出では、正面向きが横向きよりも検出が早いことが示されているが、この顔向きの効果が身体部位の提示の有無によって変化するかどうか検討した。実験2は、実験1で得られた知見が顔と共に身体が提示されていた結果なのか、それとも単に頭部の大きさが条件間で異なっていたためかを検討するために、実験1で用いた刺激の頭部の部分のみを提示して実験を行った。

### ①実験1

参加者：大学生32名。

刺激：様々なシーンの中にヒトを含む刺激写真を120、動物を含む刺激写真を60、ヒトも動物も含まない刺激写真を60用意した。ヒトを含む刺激の条件として、ヒトの提示部位が3条件(頭部(肩から上)、上半身、全身)、顔向きと照明の組み合わせが5条件(正面、横、後ろ、暗(シルエット)・横、暗・正面)、計15条件が設定された。各条件の刺激数はそれぞれ8であった。刺激写真内でのヒトの位置は中央ではなく左右どちらかにずれていた。刺激写真の大きさは10×8cm、または、8×10cmで、参加者は約60cmの距離から刺激を観察した。刺激提示の時間制御、及び、反応時間の測定にiMacと心理学実験用ソフトSuperLab ver4.0.7、反応キーを用いた。

手続き：参加者の課題は、提示された刺激写真にヒトが含まれるかどうか判断し、ヒトが

含まれている場合にのみ反応キーから手を離すことであった。参加者は、半数ずつ中央提示条件と周辺提示条件に割り当てられた。中央提示条件では、刺激は画面中央の凝視点のところに提示された。周辺提示条件では、凝視点の上、または、下5cmのどちらかに刺激の中央が位置するように提示された。試行数は240で60試行ずつの4セッションに分けて行われた。

## ②実験2

**参加者：**大学生16名。

**刺激：**実験1で用いたヒトを含む刺激写真のうち、頭部（肩から上）が提示されているものはそのまま用いた。上半身と全身の写真は頭部のみが提示されるようにそれぞれの刺激写真を5×4cmと3×2.4cmの大きさに切り取った。その際、頭部の位置は頭部提示の刺激と同様に刺激写真の中央ではなく左右どちらかにずらした。刺激条件は実験1と同様であった。ヒトを含まない刺激写真についても1/3ずつ10×8cmと5×4cm, 3×2.4cmの大きさに加工した。観察距離や装置は実験1と同様であった。

**手続き：**参加者の課題は、実験1と同様に画面中央に提示される刺激写真にヒトが含まれるかどうか判断することであった。反応の方法や試行数も実験1と同様であった。

### (2)実験3, 4

実験3は、ヒトの頭部検出に用いられる空間周波数成分を特定することと、それが、頭部の向きやカラー情報の有無によってどの程度影響を受けるかを検討する目的で実施した。刺激としては、実験1の頭部のみが提示された刺激写真に画像処理を行い、15段階に高空間周波数成分をカットした刺激を作成して用いた。それらを最も低域の空間周波数成分がカットされた刺激から順に提示し、頭部検出の閾値を求めた。実験4では、実験3の実験手続き上の不備を訂正した上で、実験3の知見の再確認を行った。

## ①実験3

**参加者：**大学生20名。10名ずつカラー条件と白黒条件に割り当てられた。

**刺激：**実験1で用いた刺激のうち、ヒトの頭部（肩から上）を含む刺激写真（ヒト刺激）の40、動物を含む刺激写真とヒトも動物も含まない刺激写真（非ヒト刺激）の20ずつをオリジナル刺激として用いた。ヒト刺激の条件設定は実験1と同様であった。これらのオリジナル刺激に15条件の遮断周波数(2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 13, 15, 17, 19, 21 c/image)で低空間周波数成分通過フィルター（ローパスフィルター）をかけた刺激を作成した。刺激の大きさは6.5×6.5cm(256×256 pixels)であった。ヒト刺激内での顔の長さの平均(SD)は、明・正面：4.08(.46),

明・横：4.09(.81), 明・後ろ：3.65(.39), 暗・横：3.68(.26), 暗・正面：3.67(.30)となり、条件間に有意差はなかった。参加者は57cmの距離からあご台を用いて刺激を観察した。刺激提示の時間制御、及び、反応時間の測定にiMacと心理学実験用ソフトSuperLab ver5.0を用いた。

**手続き：**参加者には、各試行において最も低い遮断周波数のローパスフィルターをかけた刺激から順に提示され、最後に原刺激が提示された。参加者の課題は、刺激内にヒトがいるかどうか判断することで、不明の場合には無反応、ヒトがいる（または、いない）と判断された場合にはそれに対応するキーを押すことを教示された。刺激の提示時間は、無反応の場合には2sで、反応した場合にはその時点で次の刺激が提示された。参加者はその後の刺激にも反応し、最後の原刺激まで反応することを課せられた。本試行に先立ち、10試行の練習が行われた。本試行は20試行ずつの4セッションに分けて行われた。試行順はランダムだった。

## ②実験4

**参加者：**大学生16名。8名ずつカラー条件と白黒条件に割り当てられた。

**刺激：**実験3と同様

**手続き：**参加者の課題と刺激提示方法、試行数は実験3と同様であった。反応の方法については、実験3では刺激が変化する毎に反応することを課したが、反応と同時に刺激が切り替わるために参加者が反応をし損ねる場合があった。そこで、今回は刺激に対する反応は参加者の判断が変化した時のみ、すなわち、顔が含まれるかどうか判断できた時と、その判断に変化があった時のみにした。

## 4. 研究成果

### (1)実験1

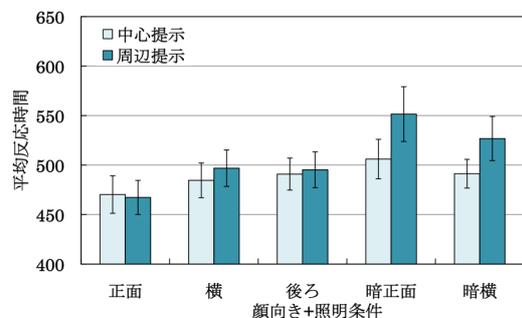
図1に各条件のヒト検出に要した平均時間を示す。3要因のANOVA(提示位置(2)×提示部位(3)×向き(5))の結果、提示部位と向きの主効果が有意になった( $p < .001$ )。さらに、提示位置×向き、部位×向きの交互作用が有意になった( $p < .001$ )。下位分析については、研究成果として最も重要な部位×向きの交互作用の分析結果のみを報告する。

提示部位毎条件毎の向きの単純主効果、および、Holm法による対比較の結果( $\alpha < .05$ )、頭部提示の照明の明るい条件では、正面向きが横向きや後ろ向きよりも有意に早い結果となった。上半身提示と全身提示条件では、照明の明るい条件では有意差がなく顔向きの効果が得られなかった。照明の暗い条件間では、頭部提示と上半身提示条件では有意な顔向きの効果は得られなかったが、全身提示では、横向きの方が正面向きよりも有意に遅く

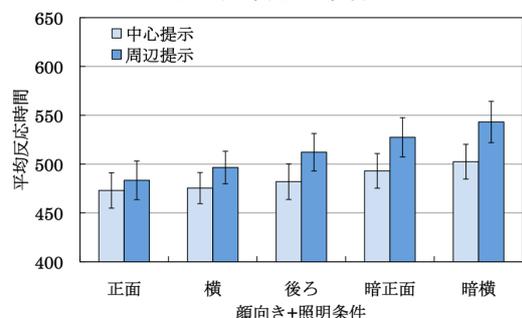
なった。

以上、照明の明るい条件で顔のみが提示されている時には顔向きの効果が認められたが、上半身、全身が提示されている条件では顔向きの効果は認められなかった。この結果は、身体の手がかりがある時はヒト検出の手がかりとして顔の重要性が低下することを示唆している。さらに、上半身、全身提示の場合には顔部提示よりもヒトの大きさが小さくなり、比較的遠距離からの観察状態となっていた。したがって、観察距離が遠くになるとヒト検出の手がかりとして顔の重要性が低下するということが言える可能性がある。

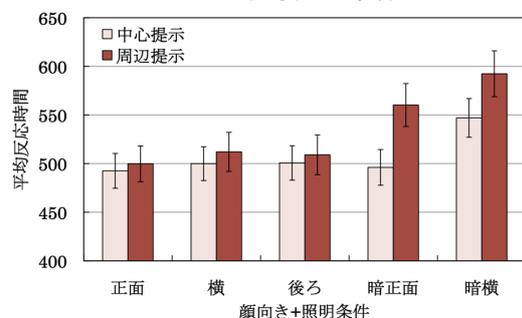
さらに、横向きと後ろ向きの条件間にヒト検出に要する時間に差がなかったことは、ヒト検出の手がかりとして顔以外にも有効なものがあることを示唆している。例えば、肌の色や髪の毛、服の形や色などがその候補としてあげられた。



(a) 顔部提示条件



(b) 上半身提示条件



(c) 全身提示条件

図 1. 提示位置、提示部位、顔向きの条件毎のヒト検出に要した平均時間 (ms) (実験 1)

※暗：シルエット，エラーバー：SE

照明が暗い条件では、顔部提示と上半身提示条件では、正面向きと横向きの差がなかったが、全身提示では、正面向きの方が横向きよりもヒト検出が早かった。この結果は、全身提示では、首や肩のラインのような身体の向きがヒト検出の手がかりとして重要になったと解釈できる。

## (2) 実験 2

図 2 に各条件のヒト検出に要した平均時間を示す。2 要因 (大きさ (3) × 向き (5)) の ANOVA (被験者内要因) の結果、2 つの主効果と交互作用がいずれも有意となった ( $p < .01$ )。交互作用の下位分析の結果、刺激の大きさの単純主効果は正面条件でのみ有意でなく、その他の条件ではすべて有意であった ( $p < .01$ )。holm 法による対比較の結果 ( $\alpha < .05$ )、後ろでは、刺激の大きさが小さくなるに従い、有意に反応が遅くなったが、横では、刺激中条件が最も早く、次に大条件、小条件の順で有意に遅くなった。暗・正面と暗・横では、刺激大条件と中条件間には有意差がなかったが、小条件では、有意に反応が遅くなった。向きの単純主効果は、すべての条件で有意となった ( $p < .01$ )。明条件の対比較では、刺激大条件と小条件では、正面が横と後ろよりも有意に早くなった。刺激中条件では、正面と横に有意差がなく、それらが後ろより有意に早くなった。暗条件の対比較では、いずれの大きさ条件でも正面と横に有意差はなかった。

明条件の正面向きは、ヒト検出が最も早く、刺激の大きさの影響が認められなかった。この結果は、正面顔の検出の優位性を示す現象と言える。顔向きの効果に関しては、刺激の大きさによって変化があったのは刺激中条件の正面と横に差がなかったことだけで、その他は、刺激の大きさにかかわらず同じ向きの効果が得られた。したがって、実験 1 の結果は、顔部の大きさの違いでは説明できず、身体の見えやすさによってヒト検出に対する顔手がかりの重要性が変化すると解釈できた。

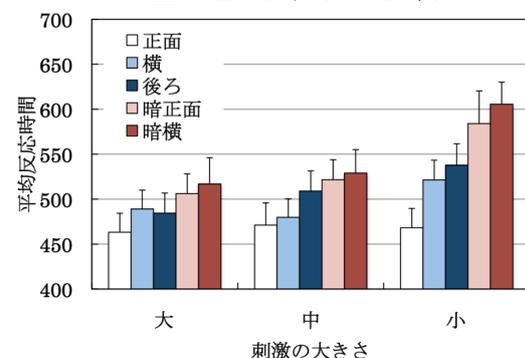


図 2. 刺激の大きさ、顔向きの条件毎の顔部検出に要した平均時間 (ms) (実験 2)

※エラーバー：SE

### (3)実験 3, 4

実験 3 と 4 はほぼ同じ結果が得られたので、実験方法がより適切な実験 4 の研究成果を報告する。

ヒト刺激の検出閾を正反応が出現した刺激の遮断周波数とした。その遮断周波数を刺激毎に顔の長さを基準とした空間周波数(c/fh)に変換した。そして、参加者毎に各条件の中央値を検出閾の遮断周波数とした。それらの条件毎の平均を図 3 に示す。いずれも顔の同定に重要とされる周波数帯域(10-21c/fh)よりも低くなり、頭部検出はより低い空間周波数成分で可能なことが示唆された。2 要因の ANOVA (カラーの有無(2) × 向き(5)) の結果、向きの主効果とカラーの有無 × 向きの交互作用が有意となった( $p < .05$ )。交互作用の下位分析の結果、カラーの有無の効果は正面と横のみで有意となり( $p < .05$ )、カラー条件の方が白黒条件より有意に遮断周波数が低かった。この結果は、顔の肌色が頭部検出の手がかりとして重要であることを示唆している。向きの効果はカラーと白黒条件ともに有意となった( $p < .01$ )。holm 法による対比較の結果( $\alpha < .05$ )、どちらの条件でも正面向きの閾値が横向きの閾値より有意に低かった。その他の条件間には有意差がなかった。これらの結果は、頭部検出の手がかりとしてカラーの情報や正面の顔が有効であることを示唆している。

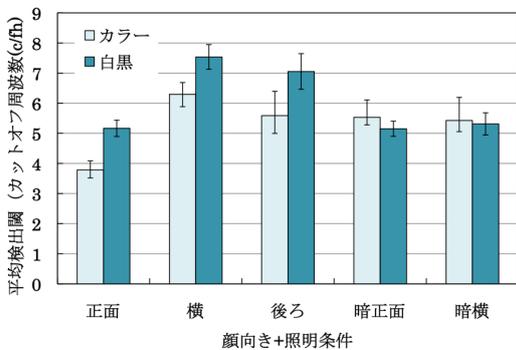


図 3. 刺激提示条件と顔向きの条件毎の頭部検出閾の平均遮断周波数(c/fh)

※エラーバー：SE

(4)研究成果の国内外での位置づけ、インパクト、および、今後の展望

これまで、自然なシーンの中での顔検出の研究は体系的に行われてきているが(遠藤(印刷中)を参照)、ヒト検出研究の体系的な研究は今回が初めてで、研究成果(1)で頭部と身体とのヒト検出の手がかりとしての相互作用の様相が明らかになったことは重要である。また、ヒト検出が顔以外の様々な情報が用いられていることや、照明の暗いシルエットでのヒト検出などの基本的知見が得られたことは今後のヒト検出研究の発展に寄与するものと考えられる。今後は、ヒト検出に

対して手足や姿勢がどのような影響を与えるのかを探ることでより体系的なヒト検出の基本的特性が明確になることが期待される。

さらに頭部検出に關与する空間周波数成分に關する研究成果(3)は、人物同定や表情判断過程と比較して頭部検出は向きや照明条件にかかわらずかなりの遠距離からでも可能なことを示唆しており興味深い。さらに、顔情報や肌情報が遠距離からの頭部検出に關わることも示唆された。しかし、今回は自然なシーンでの頭部やヒト全体の高画質の画像が得られなかったために、ヒト検出に關与する空間周波数成分の特定や、どの程度の距離から頭部やヒト検出が可能かという点についての検討はできなかつた。今後これらの検討が必要になる。

#### <引用文献>

遠藤光男(2015) 顔, および, ヒトの検出過程の研究 基礎心理学研究, 34 (印刷中) .

#### 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. 遠藤光男 顔, および, ヒトの検出過程の研究 基礎心理学研究, 34, 2015 査読なし (印刷中)

[学会発表] (計 4 件)

1. 遠藤光男 顔およびヒトの検出過程の研究 日本基礎心理学会 2014 年度第 2 回フォーラム, 2015 年 1 月 24 日, 琉球大学 (沖縄県・西原町)

2. 遠藤光男 自然な景観の中でのヒト頭部検出に用いられる空間周波数 日本心理学会第 78 回大会, 2014 年 9 月 10 日, 同志社大学 (京都府, 京都市)

3. 遠藤光男 The role of the face in detecting human presence in natural scenes. 37<sup>th</sup> European Conference on Visual Perception, 2014 年 8 月 25 日, ベオグラード(セルビア)

4. 遠藤光男 自然な景観の中でのヒト検出: 顔手がかりの有効性についての検討 日本心理学会第 77 回大会, 2013 年 9 月 19 日, 札幌市産業振興センター (北海道, 札幌市)

#### 6. 研究組織

(1) 研究代表者

遠藤 光男 (ENDO, Mitsuo)  
琉球大学・法文学部・教授  
研究者番号: 90185166