

視覚的注意における顔優位性の検討*

李佳俣¹⁾・高橋伸子²⁾・稲垣尚恵²⁾

Examination of face superiority in visual attention

Kaya LEE, Nobuko TAKAHASHI and Hisae INAGAKI

視覚的注意における顔優位性を検討するため、顔刺激とその他の刺激の色や平均輝度、コントラスト、大きさを統一し、RSVP(rapid serial visual presentation)課題を用いて、課題と無関係な顔刺激による空間的注意の捕捉とその時間特性(実験1)、視覚探索課題を用いて、課題と関係がある顔刺激による空間的注意の捕捉(実験2)について検討した。実験の結果、実験1では4名中3名、実験2ではすべての実験参加者で顔刺激による妨害効果が認められなかったが、実験1で1名の実験参加者においてSOA(stimulus onset asynchrony)が200msのときのみ、顔刺激による妨害効果が認められた。周囲の刺激に対して刺激の色や平均輝度・大きさなど物理的な差が大ききとき、注意が捕捉される(横澤・河原, 2017)ため、刺激強度を等しくしたことにより、顔優位性が認められなかったと考えられる。

Keywords : 顔優位性, 注意の捕捉, 視覚探索, 視覚的注意
face superiority, attention capture, visual search, visual attention

1. はじめに

注意が意図にかかわらず何かに引き付けられることを注意の捕捉と呼び(横澤・河原, 2017)、特に注意が特定の位置に逸脱する場合は空間的注意の捕捉と呼ばれる(犬飼, 2012)。また顔は社会生活において人とコミュニケーションをとる際に重要な役割を果たしており、顔は注意を捕捉するものと考えられている(横澤・河原, 2017)。

課題と無関係な顔刺激による空間的注意の捕捉が顔刺激と標的刺激のSOA(stimulus onset asynchrony)が200msより短いときに生じることが、Sato & Kawahara(2012)によって報告されている。図1にSato & Kawahara(2012)の実験の流れ、および顔条件と顔コントロール条件の刺激例を示す。Sato & Kawahara(2012)は、注意の瞬き現象(attentional blink)で用いられるRSVP(rapid serial visual presentation)課題に変更を加え、妨害刺激を中心の固視位置だけでなく、空間的に逸脱した周辺位置にも呈示してその効果を検討した。刺激は標的刺激と妨害刺激の2種類で、すべて背景黒色の画面に呈示された。標的刺激は画面中央に呈示される赤色または緑色のアルファベットで、大きさは視距離45cmで高さ1°であった。妨害刺激は画面中央または周辺(上・下・左・右)に呈示される2種類であった。中心の妨害刺激は標的刺激とは異なる14個のアルファベットで、高さ1°、色は赤色・黄色・紫色・水色(標的刺激が緑色のとき)または、緑色・黄色・紫色・水色(標的刺激が赤色のとき)であった。標的刺激と中心の妨害刺激のSOAは100ms、ISIは33msであった。周辺の妨害刺激は、画面中央から妨害刺激の上下左右端まで5.5°(上側の場合は下端、下側の場合は上端、右側の場合は左端、左側の場合は右端までの距離)に呈示された。周辺の妨害刺激は、①顔条件(カラー画像)、②顔コントロール条件(振幅と色のスペクトルを一定に保ちながら、顔の位相スペクトルをランダム化することによって作成された)、③フレーム条件(フレームのみが呈示される)と④統制条件である妨害刺激なし条件の4条件で、なし条件以外の3条件で4つのフレームが呈示され、顔および顔コントロール条件では4つのフレームのうち1つが画像であった。顔条件の刺激は、1932枚の直立した女性画像のうち実験参加者以外の31人の評価者によって最も魅力的な80枚が選択された。また周辺の妨害刺激の大きさは8.9°×12.3°、呈示時間は100msで、周辺の妨害刺激と標的刺激のSOAは0・100ms(実験2)、200ms(実験1)であった。実験参加者の課題は、ディスプレイの画面中央に呈示された文字刺激の中から、赤色または緑色の標的刺激の文字を探し、その文字が何であるか報告することであった。

※本研究は愛知淑徳大学健康医療科学部視覚科学専攻研究倫理委員会の承認を得て実施した(健視倫理2023-07)。

- 1) 愛知淑徳大学 健康医療科学部 医療貢献学科 視覚科学専攻 学部生
2) 愛知淑徳大学 健康医療科学部 医療貢献学科 視覚科学専攻

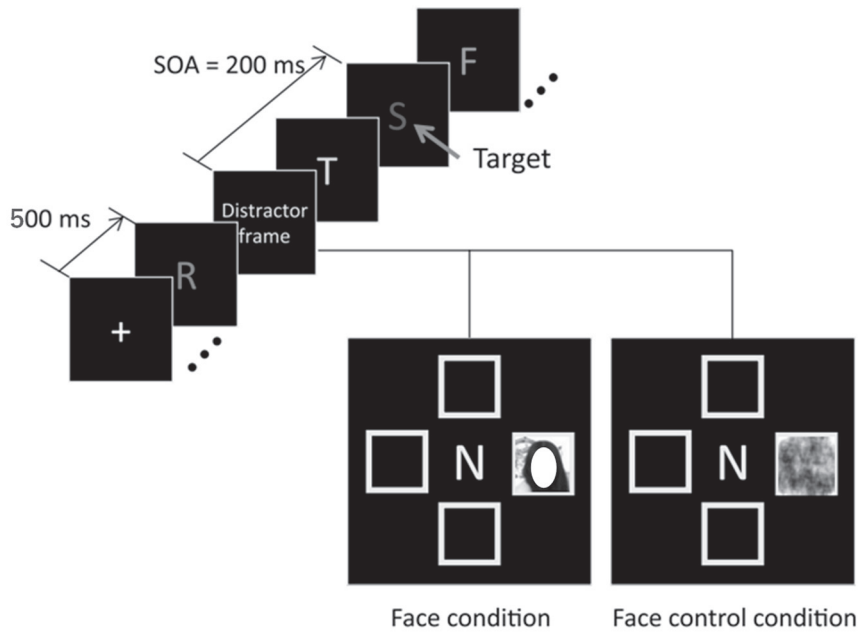


図 1 : Sato & Kawahara(2012)の実験の流れ、顔条件と顔コントロール条件の刺激例 (Sato & Kawahara(2012)より変更、個人情報保護のため顔条件の刺激にマスキング加工を施した)

Sato & Kawahara(2012)の実験 1(SOA=200ms)の結果、顔条件、顔コントロール条件、フレーム条件の正答率が、妨害刺激なし条件よりも有意に低く ($p < .05$)、注意の捕捉が生じたことが示された。しかし、顔条件と顔コントロール条件の正答率の間に有意差が認められず、顔刺激による注意の捕捉は認められなかったことが示された。一方実験 2(SOA=0ms・100ms)では、妨害刺激なし条件と顔コントロール条件、フレーム条件の正答率に有意差はなく、顔条件における正答率のみ他の妨害刺激条件よりも有意に低下したことが示された ($p < .05$)。周辺の妨害刺激への注意の移動が、標的刺激の色の選択的探索を妨害することになるが、周辺の妨害刺激が標的刺激の 200ms 前に呈示された場合は、周辺の妨害刺激の種類に関わらず、いずれの妨害刺激によっても注意が捕捉され、この妨害刺激に注意が一定時間留まっていた (Bindemann, Burton, Hooge, Jenkins, & De Haan, 2005) ことにより、標的刺激の処理が妨害されたと考えられる。一方、標的刺激と同時または 100ms 前に呈示された場合は顔刺激による妨害効果が他の周辺の妨害刺激よりも高く、他の周辺の妨害刺激が注意の妨害効果を持たなかったことが示された。これらのことから、Sato & Kawahara(2012)は空間的注意の捕捉による標的刺激への妨害効果は、標的刺激呈示の 200ms 前では顔刺激も他の刺激でも同様であるが、200ms より短い SOA では顔刺激のみ妨害効果があることを示し、顔刺激の処理が速いことが示唆された。

課題と関係があるか否かに関わらず顔優位性が認められることが、Langton, Law & Schweinberger(2008)によって報告されている。図 2 に Langton et al.(2008)の刺激例を示す。Langton et al.(2008)の実験 1a および 1b では視覚探索課題を用い、実験参加者に円形に並んだ 6 個の画像刺激の中に標的刺激である蝶刺激が含まれているか否かをできるだけ早く正確に判断するよう求めた。刺激は標的刺激と妨害刺激の 2 種類で、標的刺激は 6 種類の蝶の写真、妨害刺激は、果物・花・葉・木・観葉植物・顔の 6 種類の中から 5 種類を無作為に選択した。刺激はすべてグレースケールで、3cm×3cm の正方形に収まる大きさであり (視距離 60cm)、画面中央から各刺激の中心までの距離は 4.3°であった。顔刺激は 8 種類(男性 4 種類、女性 4 種類)で、すべてニュートラルな表情をしており、髪や耳などの外見的特徴を取り除くためにトリミングされていた。また実験 1a では顔刺激は正立した状態であったが、実験 1b では倒立した状態であった。標的刺激である蝶刺激は全体の半数の試行で呈示され、妨害刺激の 1 つである顔刺激も全体の半数の試行(標的刺激が存在する試行の半分および、標的刺激が存在しない試行の半分)で呈示された。

Langton et al.(2008)の実験 1a(正立顔)において、蝶の標的刺激あり条件のうち顔刺激が存在するときの方が存在しないときよりも有意に反応時間が長く、蝶刺激の探索は課題とは無関係な顔刺激によ



図 2 : Langton et al. (2008)の刺激例
(左図 : 顔の妨害刺激あり、右図 : 顔の妨害刺激なし)

って妨害されることが示された。顔刺激が存在しない場合と比較して、顔刺激が存在する場合は、顔刺激によって注意が引きつけられ、標的刺激の探索のためにより多くの時間がかかったと考えられる。一方実験 1b(倒立顔)においては、標的刺激あり試行において顔刺激が存在するときと存在しないときで反応時間に有意差がなく、課題と無関係な正立した顔刺激は蝶刺激の探索を妨害するが、倒立した顔刺激では妨害効果が認められないことが示された。

Langton et al.(2008)の実験 2 は、実験 1a と同様の方法で行われたが、実験参加者の半数で標的刺激が蝶刺激ではなく顔刺激であった点のみ異なり、標的刺激が顔刺激である場合は妨害刺激が蝶刺激であった。実験 2 の結果、妨害刺激の有無に関わらず、標的刺激が蝶刺激のときの方が顔刺激のときよりも反応時間が有意に長いことが示され、標的刺激が蝶刺激のとき、すなわち妨害刺激が顔刺激のとき顔刺激が存在するときの方が存在しないときよりも有意に反応時間が長かった一方で、標的刺激が顔刺激のとき、すなわち妨害刺激が蝶刺激のときは、蝶刺激の有無によって反応時間は変化しなかった。また誤答率は、標的刺激が蝶刺激のときの方が顔刺激のときよりも有意に高いことが示された。顔刺激を探索するときには蝶刺激によって探索が妨害されず、顔刺激の探索が蝶刺激の探索よりも有意に速いという結果は、視覚探索において顔に優先的に注意が向けられるという考えと一致している。

Sato & Kawahara(2012)は、200ms より短い SOA が与えられると顔刺激による空間的注意の捕捉が生じることを示した。しかし、①妨害刺激である顔刺激はカラー画像であるのに対し標的刺激の文字刺激は単色であり、質的に異なっている、②顔刺激と文字刺激の大きさが異なる、③顔刺激と文字刺激の輝度やコントラストが不明であるなどの点から、ここで認められた注意の捕捉における顔優位性は刺激の物理的差異、色や大きさ、コントラストなどによるものである可能性があると考えられる。また Langton et al.(2008)は、顔刺激による他の刺激の探索への妨害効果は、その他の刺激による顔刺激の探索への妨害効果より高く、顔刺激が妨害刺激のとき探索時間が有意に長いことを示したが、Langton et al.(2008)の刺激は平均輝度やコントラストが不明であり、さらに妨害刺激数の増加に伴う妨害効果の変化については検討していない。

そこで本研究では、顔刺激を文字刺激と同じ灰色にして、標的刺激および妨害刺激の色や平均輝度、コントラスト、大きさを統一し、視覚的注意における顔優位性について検討することを目的とする。実験 1 では、Sato & Kawahara(2012)と同様の RSVP 課題を用いて、課題と無関係な顔刺激による空間的注意の捕捉について検討する。さらに Sato & Kawahara(2012)の研究において顔刺激による空間的注意の捕捉が SOA が 0ms、100ms の短時間でも行われ、顔刺激による妨害効果が 200ms 未満の短時間で生じることが示されたことから、周辺の妨害刺激と標的刺激の SOA を操作することで顔刺激による空間的注意の捕捉の時間特性を調べることも目的とする。さらに実験 2 では Langton et al.(2008)と同様の視覚探索課題を用いて、顔刺激または文字刺激の探索における課題と関係がある顔刺激の探索優位性および、顔刺激による文字刺激の探索への妨害効果、さらに顔刺激の数による妨害効果の違いについて検討する。

2. 実験1 課題と無関係な顔刺激による空間的注意の捕捉

2.1. 目的

Sato & Kawahara(2012)は200msより短いSOAが与えられると顔刺激による空間的注意の捕捉が生じることを明らかにしたが、顔刺激の色や、大きさ、輝度、コントラストが文字刺激と異なる。そこで実験1では、顔の妨害刺激を文字刺激と同じ灰色にして、標的刺激および妨害刺激の平均輝度と大きさを統一し、課題と無関係な顔刺激による空間的注意の捕捉について検討する。また妨害刺激と標的刺激のSOAを操作することで課題と無関係な顔刺激による空間的注意の捕捉の時間特性についても検討する。

2.2. 方法

1) 実験参加者

矯正視力が1.0以上の女子大学生4名で平均年齢は22.75歳($SD = 1.50$)であった。

2) 装置

モニター(Dell製、AW2724HF:27インチ、1920×1080ピクセル、リフレッシュレート360Hz)、PC(Dell製、Alienware Aurora R7)、顎台(竹井工業、T.K.K.930a)を用いた。

3) 刺激

刺激は標的刺激と妨害刺激の2種類あり、標的刺激の傾きは実験参加者ごとに45°または135°に固定されており、妨害刺激は、標的刺激と傾きが同じまたは異なるものであった。図3に標的刺激と妨害刺激の位置関係を示す。標的刺激は画面中央に呈示し、妨害刺激は、画面中央または周辺(上・下・左・右)に呈示される2種類設定した。周辺の妨害刺激は、画面中央から妨害刺激の上下左右端まで5.5°(上側の場合は下端、下側の場合は上端、右側の場合は左端、左側の場合は右端までの距離)に呈示した。固視点の十字は5°×5°、画面中央に呈示される標的刺激・中心の妨害刺激は、ともに5°×2.9°の大きさで、標的刺激は45°または135°の傾き、中心の妨害刺激の傾きは、標的刺激が45°のときは135°・225°・315°いずれか、標的刺激が135°のときは45°・225°・315°のいずれかに傾いた状態で呈示された。また周辺の妨害刺激は、標的刺激または中心の妨害刺激と同じ傾きで、45°・135°・225°・315°のいずれかに傾いた状態であった。標的刺激と中心の妨害刺激は、Inukai, Kawahara & Kumada(2010)の研究で用いていた16個のアルファベット(A・B・C・D・E・F・G・J・K・L・P・R・T・U・V・Y)を用い、標的刺激は16個の中から1個、中心の妨害刺激は16個の中から14個を無作為に選出し、中心の妨害刺激は標的刺激とは異なるアルファベットを使用した。固視点・標的刺激・妨害刺激ともに輝度51.70cd/m²の灰色で、輝度2.98cd/m²の黒色の背景画面に呈示した。背景を含めた刺激の平均輝度は5.81cd/m²に統一した。

図4に周辺の妨害刺激の例を示す。周辺の妨害刺激は標的刺激と同じ同文字条件、異なる異文字条件、顔条件、顔条件の配置を変更した顔コントロール条件と統制条件(妨害刺激なし)の5条件であった。同文字条件および異文字条件で使用するアルファベットは、A・B・C・D・E・F・G・J・K・L・P・R・T・U・V・Yの16文字の中から無作為に選出し、フォントはMSゴシックであった。周辺の妨害刺激の大きさを画面中央に呈示される刺激と皮質上での大きさを統一するために、以下に示したRovamo & Virsu(1979)の式を用い、上・下・鼻・耳側の皮質拡大係数に従って拡大した。

$$\text{上側 } M_S = (1 + 0.42 E + 0.00012 E^3)^{-1} M_0 \quad (0 \leq E \leq 45^\circ)$$

$$\text{下側 } M_I = (1 + 0.42 E + 0.000055 E^3)^{-1} M_0 \quad (0 \leq E \leq 60^\circ)$$

$$\text{鼻側 } M_N = (1 + 0.33 E + 0.00007 E^3)^{-1} M_0 \quad (0 \leq E \leq 60^\circ)$$

$$\text{耳側 } M_T = (1 + 0.29 E + 0.000012 E^3)^{-1} M_0 \quad (0 \leq E \leq 80^\circ)$$

$M_N \cdot M_S \cdot M_T \cdot M_I \cdot M_0$: 鼻側・上側・耳側・下側における皮質拡大係数 E : 偏心度

表1に標的刺激の大きさと皮質拡大係数にもとづく呈示位置ごとの妨害刺激の大きさを示す。本研究は、両眼で行ったため、水平方向に呈示する刺激に関しては、鼻側および耳側の皮質拡大係数の平均値を用いた。周辺の妨害刺激は標的刺激とのSOA条件(以下ではSOA条件)にしたがって呈示され、標的刺激の0ms・50ms・100ms・200ms・400ms・800ms前または同時に呈示し、なし条件では周辺の妨害刺激を呈示しなかった。

4) 手続き

実験は明室で行い、ディスプレイとの視距離を45cmとして、顎台で頭位を固定した。図8に実験1の流れを示す。実験は、Sato & Kawahara(2012)の研究と同様のRSVP課題に変更を加えたものを用い、まず初めに画面中央に固視点である灰色の十字が500ms呈示された後、15個の文字刺激で構成される文字列が次々に呈示され(各文字刺激の表示時間は100ms)、標的刺激は文字列の8から12

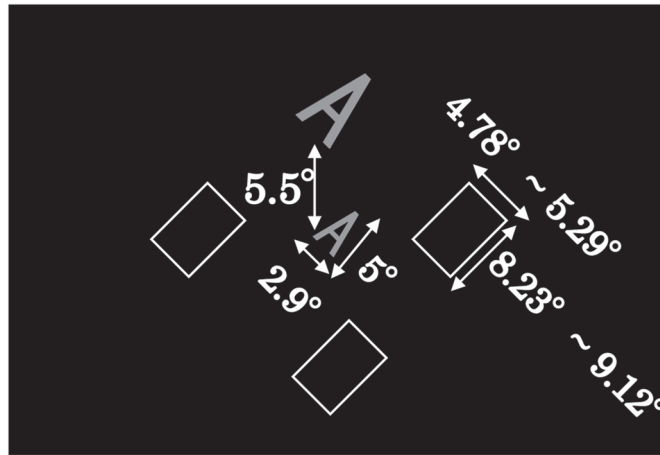


図 3：標的刺激と妨害刺激の位置関係
(標的刺激：45°、周辺に呈示される妨害刺激：45°)

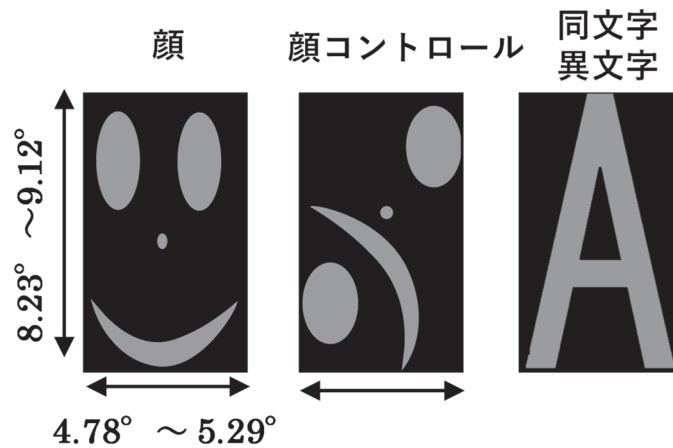


図 4：周辺の妨害刺激の例

表 1：標的刺激の大きさと皮質拡大係数にもとづく呈示位置ごとの周辺の妨害刺激の大きさ

標的刺激に対しての呈示位置	標的刺激の高さ	標的刺激の幅	妨害刺激の高さ	妨害刺激の幅
水平(左右)5.5°	5°	2.9°	8.23°	4.78°
上方5.5°	5°	2.9°	9.12°	5.29°
下方5.5°	5°	2.9°	9.11°	5.28°

個目に同じ頻度で出現した。文字列の終了後、実験参加者は 1 個だけ傾き異なる標的刺激がわかった場合はキーボードの右矢印、わからなかった場合は左矢印を押し、その後標的刺激が何であったかをキーボードを用いて報告させた。標的刺激がわからなかった場合は左矢印キーを押した後「W」を選択させた。標的刺激の傾きは、半数の実験参加者は 45°、残りの半数の実験参加者は 135°であった。周辺の妨害刺激は、SOA 条件に従って 100ms 間呈示された。各 SOA 条件および周辺の妨害刺激の傾き条件(以下傾き条件)の試行数は同じで、各妨害刺激条件および SOA 条件、傾き条件の呈示順序は無作為化した。試行数は、各実験参加者について練習試行が 30 試行、本試行が妨害刺激条件 5 条件

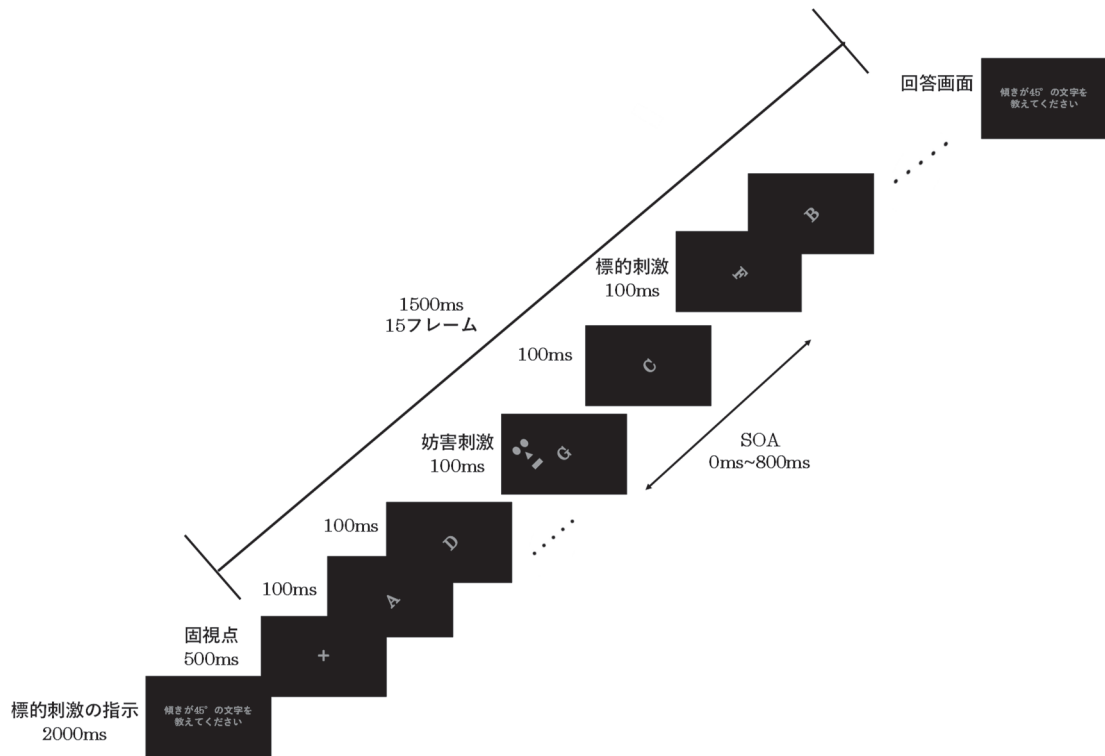


図5：実験1の流れ

(顔・顔コントロール・同文字・異文字・なし)×SOA 条件 6 条件(0ms・50ms・100ms・200ms・400ms・800ms)×傾き条件 4 条件(45°・135°・225°・315°)の計 120 条件で 20 回繰り返す、合計 2400 試行を行った。

2.3. 結果と考察

実験後、画面中心の刺激(標的刺激・妨害刺激)以外に認識した刺激を回答させたところ、全実験参加者が、周辺の妨害刺激のすべての種類(顔・顔コントロール・同文字・異文字)を回答することができた。

全体および実験参加者 4 名の結果に対し、標的刺激の正答率(%)について、妨害刺激と SOA および周辺の妨害刺激の傾きを要因とする 3 要因分散分析を行った結果、妨害刺激の主効果が全体および実験参加者 YK・MO で認められた(全体: $F(4, 9480) = 6.9925, p < .001$, YK: $F(4, 2280) = 7.0779, p < .001$, MO: $F(4, 2280) = 3.0953, p < .05$)。図 6 に周辺の妨害刺激と正答率の関係を示す。多重比較の結果、顔条件の正答率はなし条件と有意差がない(SY・AH: $p > .05$)か、逆に有意に高くなり(全体: $p < .001$, YK: $p < .01$, MO: $p < .05$)、顔刺激による正答率の低下は認められなかった。また顔条件と顔コントロール条件の間にも有意差が認められず(全体・YK・SY・AH: $p > .05$)、実験参加者 MO においては顔条件の正答率の方が顔コントロール条件よりも有意に高くなった($p < .05$)。いずれの結果からも顔刺激による空間的注意の捕捉が生じているとはいえないことが示された。さらに顔条件における正答率は同文字条件(全体: $p < .01$, YK: $p < .01$, MO: $p < .05$)、異文字条件(YK: $p < .01$, 全体: $p < .05$)よりも高く、顔刺激による妨害効果が他の妨害刺激と比べて低いことが示唆された。

妨害刺激と SOA の交互作用はすべての実験参加者で認められた(全体: $F(20, 9480) = 5.2512, p < .001$, YK: $F(20, 2280) = 4.3109, p < .001$, SY: $F(20, 2280) = 3.3749, p < .001$, AH: $F(20, 2280) = 2.3779, p < .001$, MO: $F(20, 2280) = 3.9175, p < .001$)。図 7 に全実験参加者における周辺の妨害刺激別の SOA と正答率の関係を示す。単純主効果検定による多重比較の結果、200ms のときに、顔条件の正答率がなし条件(AH・MO: $p > .05$)や顔コントロール条件(YK・AH・MO: $p > .05$)と有意差がない実験参加者がいる一方で、顔条件がなし条件(全体・SY: $p < .01$)や顔コントロール条件(全体・SY: $p < .01$)よりも有意に低く、顔刺激による正答率の低下を示す実験参加者がいた。したがって妨害刺激の主効果からは、顔刺激による空間的注意の捕捉が認められなかったが、SOA が 200ms のときに 1 名の実験参加者において顔刺激による空間的注意の捕捉が認められる可能性があることが示された。妨害刺激と SOA の交互作用から、顔条件において 200ms のときには空間的注意の捕捉が認められる可能性があることが

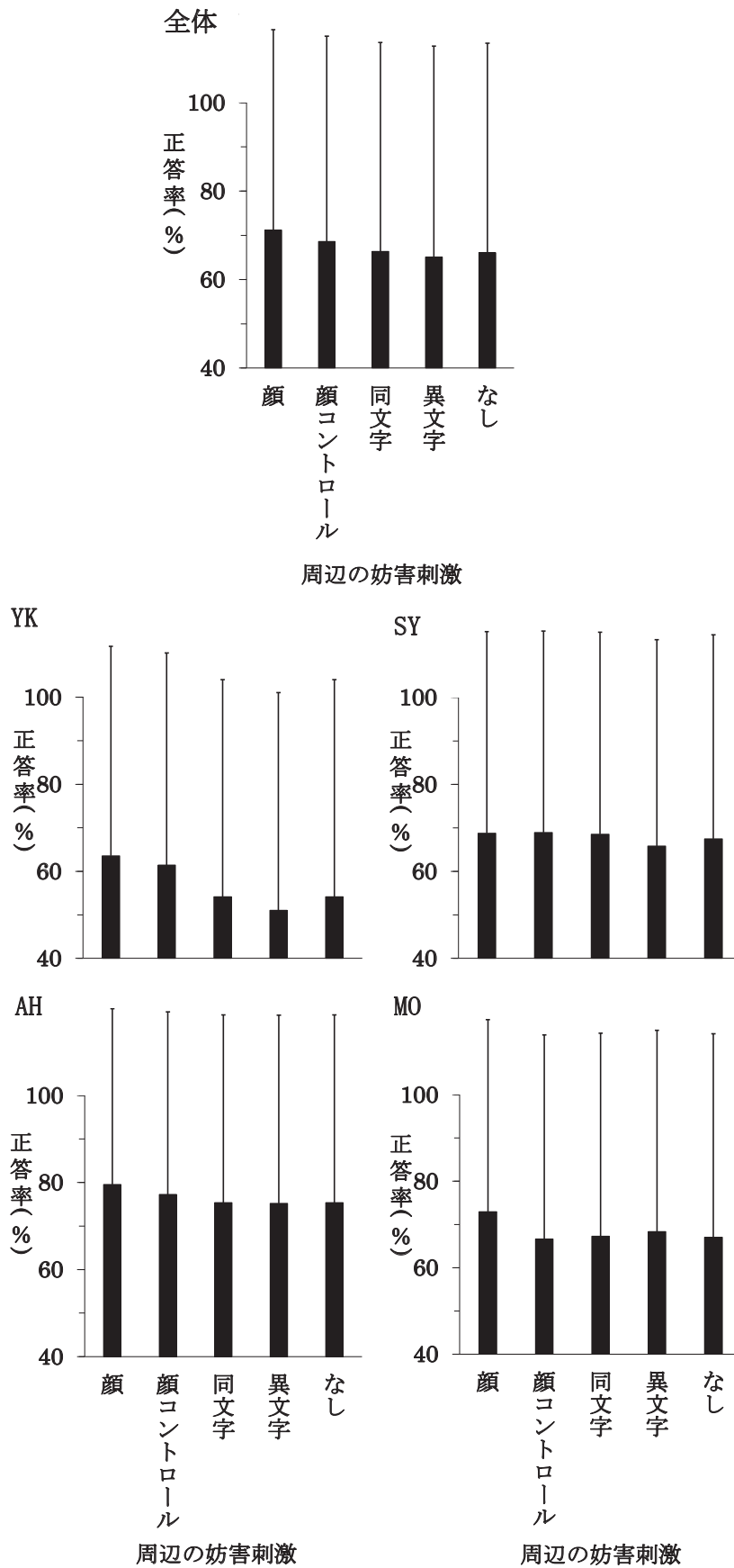


図 6：周辺の妨害刺激と正答率の関係(実験 1)
(エラーバーは標準偏差)

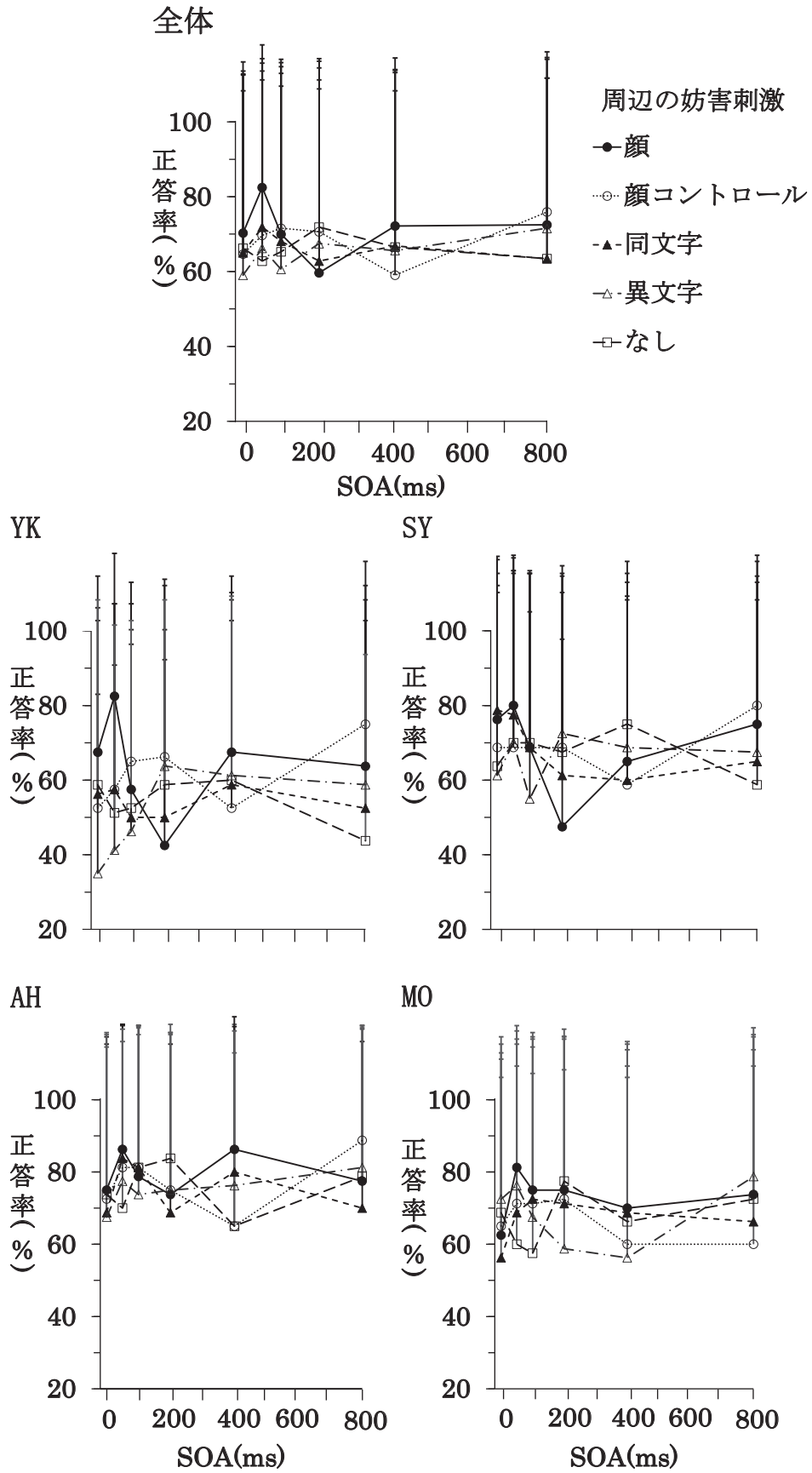


図7：周辺の妨害刺激別の SOA と正答率の関係(実験1)
(エラーバーは標準偏差)

示唆されたが、本研究では 1 名の実験参加者に限られることや、妨害刺激が呈示されていない、なし条件の正答率に大きなばらつきがあったことから、明確に空間的注意の捕捉が生じたとは言えない。また、Sato & Kawahara(2012)は 0ms・100ms で顔刺激による空間的注意の捕捉が生じ、200ms では生じないことを示したが、本研究は、200ms で生じた可能性がある実験参加者がいるという結果で、異なるものであった。Sato & Kawahara(2012)の研究では、顔刺激の色や大きさ、輝度、コントラストが文字刺激と異なっていたこと、本研究のように傾きではなく色によって標的の識別をしていたことから、本研究よりも課題の難易度が低かったことが原因だと考えられる。

大脳皮質における処理の観点からは、顔の処理と密接にかかわるのは腹側経路であり、顔の検出や人物同定などにかかわるのは紡錘状回顔領域(fusiform face area : FFA)、顔の検出、特に顔のパーツなどの基本的な要素の検出に関連する処理が行われるのは下後頭回の後頭顔領域(occipital face area : OFA)、視線の向きや表情の変化などを処理しているのは上側頭溝(superior temporal sulcus : STS)で、これら 3 領域は顔認識のコアシステムとも呼ばれている(高橋, 2023 ; Haxby, Hoffman & Gobbini, 2000)。一方文字の処理は視覚情報を音韻情報や意味情報に変換することで可能になり、文字の視覚情報処理は舌状回や紡錘状回などの視覚皮質、音韻の情報処理は一次・二次聴覚野やいわゆるウェルニッケ野・縁上回、意味情報処理は下前頭回や側頭葉の諸部位などが関与している(松尾, 2006)。そのため顔と文字の視覚情報処理では顔の方が高次の処理が行われていると考えられる。課題と無関係な顔刺激による空間的注意の捕捉が短い時間で行われることが示された Sato & Kawahara(2012)の結果は、顔刺激のみの影響によるものではなく、顔刺激と文字刺激の刺激強度に違いがあるなど、刺激間に差があったことによる影響も含まれている可能性が考えられる。

図 8 に全体における周辺の妨害刺激の傾きと正答率の関係を示す。図 8 左から標的の傾きが 45°の場合は周辺の妨害刺激の傾きが 225°、標的の傾きが 135°の場合は周辺の妨害刺激が 315°のときに正答率が低下し、周辺の妨害刺激が倒立の状態であるか否かではなく、周辺の妨害刺激と標的の傾きの差が最も大きいときに低下することが示された。図 8 右は周辺の妨害刺激の傾きと標的の傾きの差による相対的傾きと正答率の関係である。標的の傾きが 45°の場合は周辺の妨害刺激の相対的傾きは 0°、135°は 90°、225°は 180°、315°は 270°となり、標的の傾きが 135°の場合は 0°、225°は 90°、315°は 180°、45°は 270°とした。

3 要因分散分析においても相対的傾きにもとづく統計処理を行った結果、傾きの主効果はすべての実験参加者で認められた(全体 : $F(3, 9480) = 879.4688, p < .001$, YK : $F(3, 2280) = 132.7574, p < .001$, SY : $F(3, 2280) = 238.5020, p < .001$, AH : $F(3, 2280) = 200.6294, p < .001$, MO : $F(3, 2280) = 743.9852, p < .001$)。多重比較の結果、全実験参加者において 180°条件の正答率が他の 3 つの傾き条件より有意に低く(いずれも $p < .001$)、標的の傾きと妨害刺激の傾きの差が最大になる相対的傾きが 180°のとき、妨害効果が最も大きいことが示された。Yin(1969)によると、家や飛行機などの再認識課題において、倒立呈示されたときには全ての刺激の記憶成績が悪くなり、特に顔刺激において顕著である。180°条件のとき、周辺の妨害刺激は、標的の刺激に対して倒立した状態で呈示されており、認識が困難だったことで正答率がすべての妨害刺激条件で低下したと考えられる。

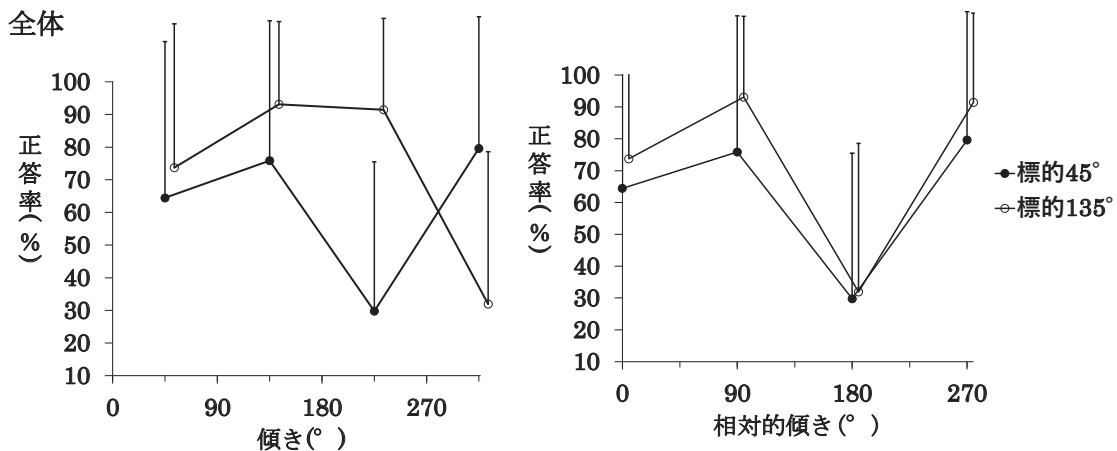


図 8 : 全体における周辺の妨害刺激の傾きと正答率の関係(実験 1)
 (左図の横軸 : 周辺の妨害刺激の傾き、右図の横軸 : 周辺の妨害刺激の傾きと標的の傾きの差による相対的傾き)
 (エラーバーは標準偏差)

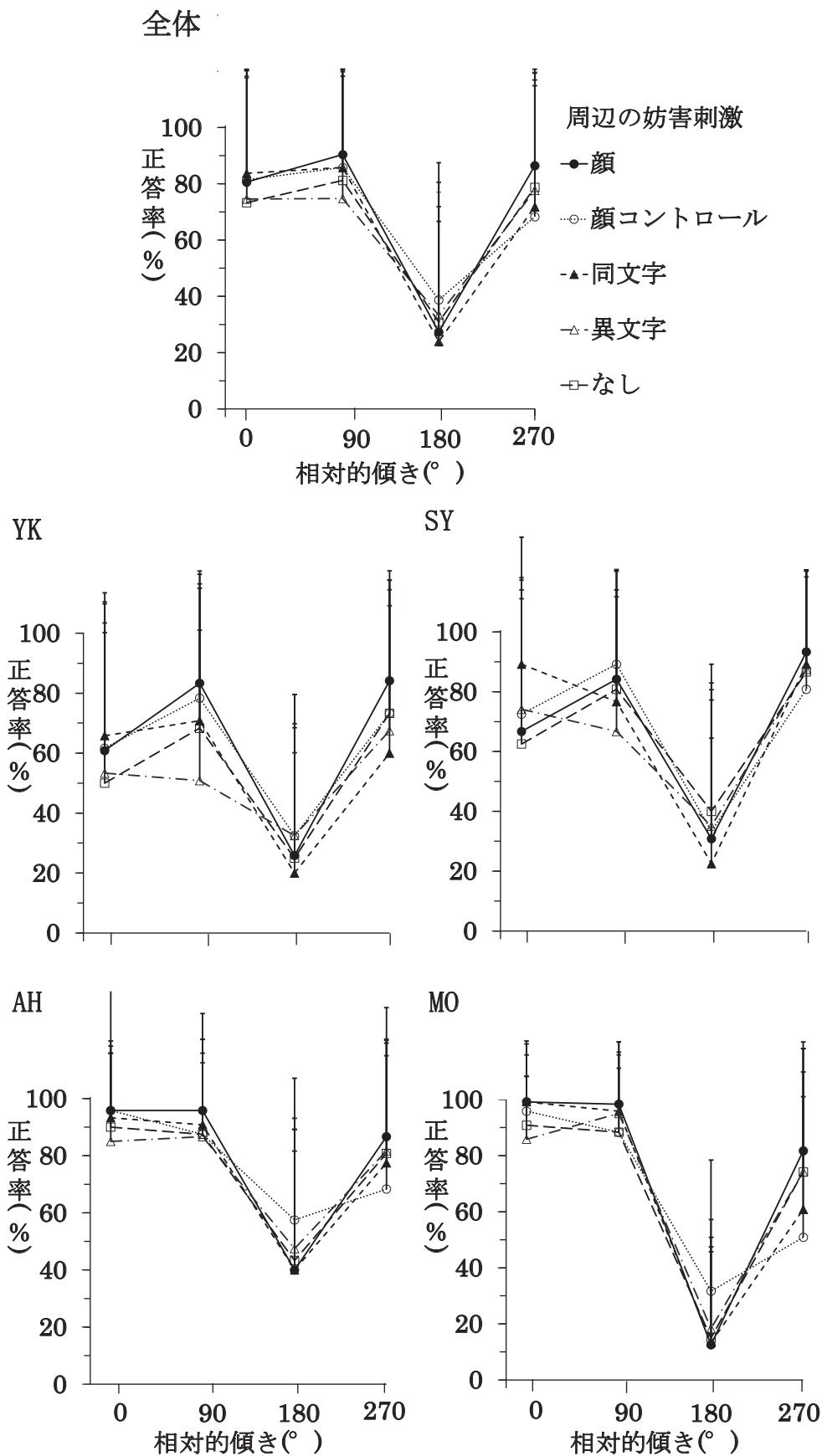


図 9：周辺の妨害刺激別の相対的傾きと正答率の関係(実験 1)
(エラーバーは標準偏差)

妨害刺激と傾きの交互作用もすべての実験参加者で認められた(全体： $F(12, 9480) = 10.8672, p < .001$ 、YK： $F(12, 2280) = 3.9216, p < .01$ 、SY： $F(12, 2280) = 6.0298, p < .001$ 、AH： $F(12, 2280) = 3.5413, p < .001$ 、MO： $F(12, 2280) = 9.4735, p < .001$)。図9に全実験参加者における周辺の妨害刺激別の相対的傾きと正答率の関係を示す。単純主効果検定による多重比較の結果、周辺の妨害刺激が 180° のときに顔コントロール条件の正答率はなし条件と有意差がない(YK・SY： $p > .05$)か、有意に高くなり(MO： $p < .001$ 、全体・AH： $p < .05$)、顔コントロール刺激による妨害効果が他の妨害刺激よりも高いことが示された。これは顔コントロール条件では、顔条件や同文字・異文字条件と異なり、顔や文字といった意味を持たない顔らしくない刺激を用いたため標的刺激との傾きの差が大きくなって正答率に影響を及ぼさなかったためと考えられる。

3. 実験2 課題と関係がある顔刺激による空間的注意の捕捉

3.1. 目的

Langton et al.(2008)は、課題と関係があるか否かに関わらず視覚探索において顔の優位性が認められ、顔刺激が標的刺激の場合は探索時間が短く、妨害刺激に顔刺激が含まれている場合は探索時間が長くなることを示した。Langton et al.(2008)は、顔刺激が妨害刺激に含まれているか否かだけを問題にし、顔刺激数に伴う妨害効果の変化については検討していない。そこで実験2では、実験1と比較するため、顔刺激と文字刺激のみを標的刺激・妨害刺激として用い、Langton et al.(2008)と同様の視覚探索課題により、課題と関係がある顔刺激の探索優位性および、顔刺激数による文字刺激の探索への妨害効果について検討する。

3.2. 方法

1) 実験参加者

矯正視力が1.0以上の女子大学生4名で平均年齢は21.50歳($SD = 0.58$)であった。

2) 装置

実験1と同じであった。

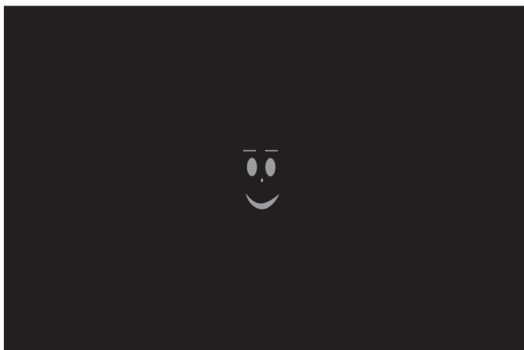


図10：標的刺激の配置例
(標的刺激が顔の場合)

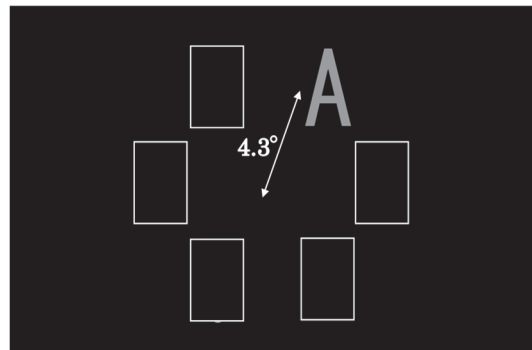


図11：探索画面の位置関係

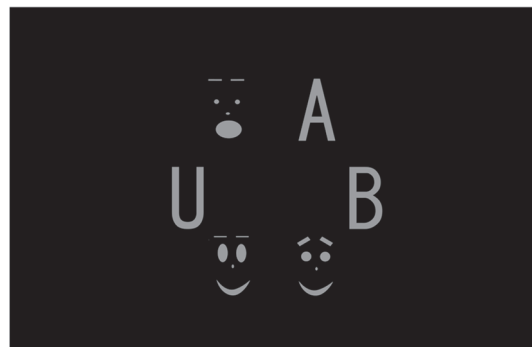


図12：標的刺激が顔の場合の探索画面の配置例
(左図：妨害刺激0個条件、右図：妨害刺激2個条件)

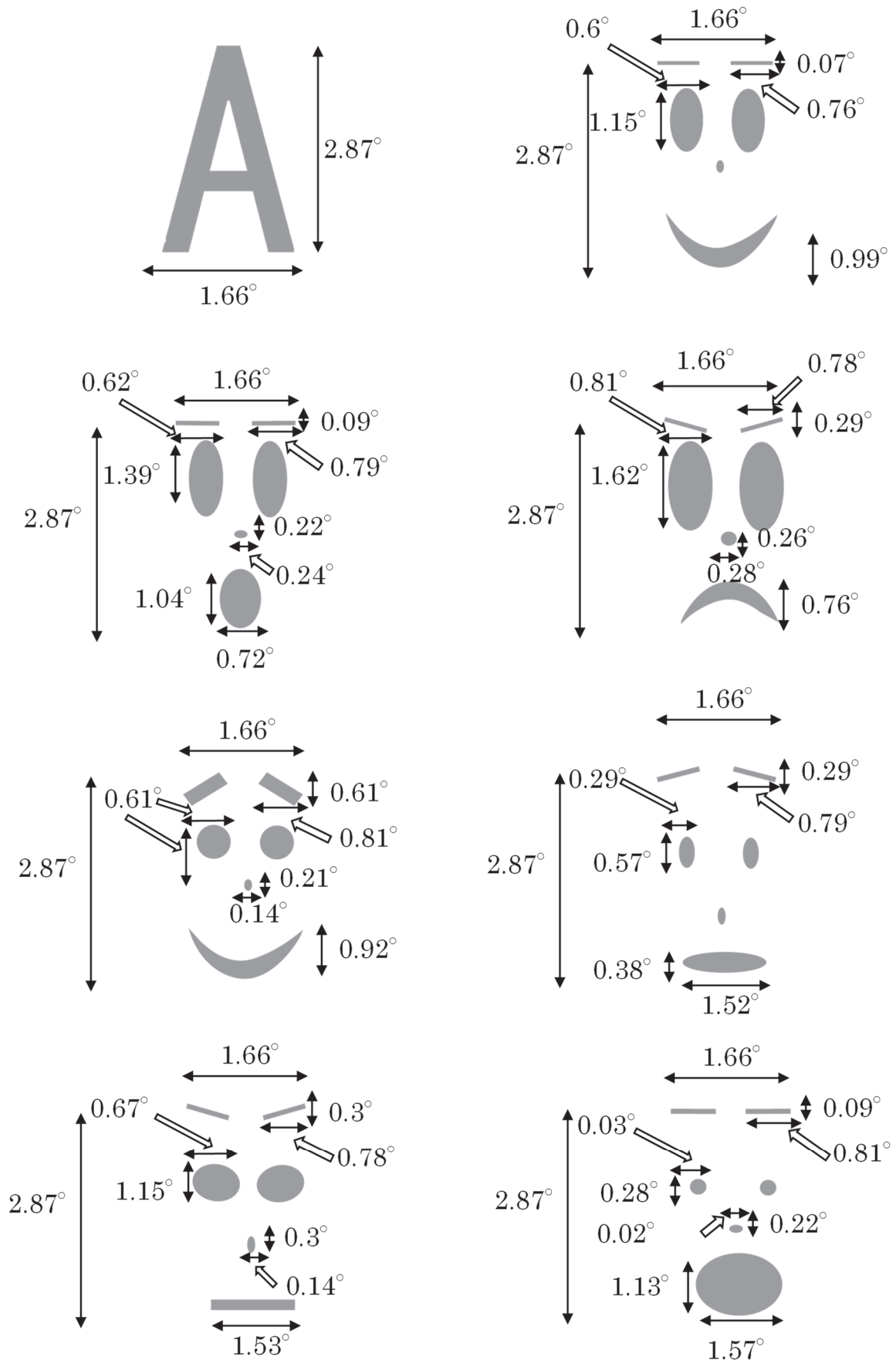


図 13 : 文字刺激の刺激例および顔刺激

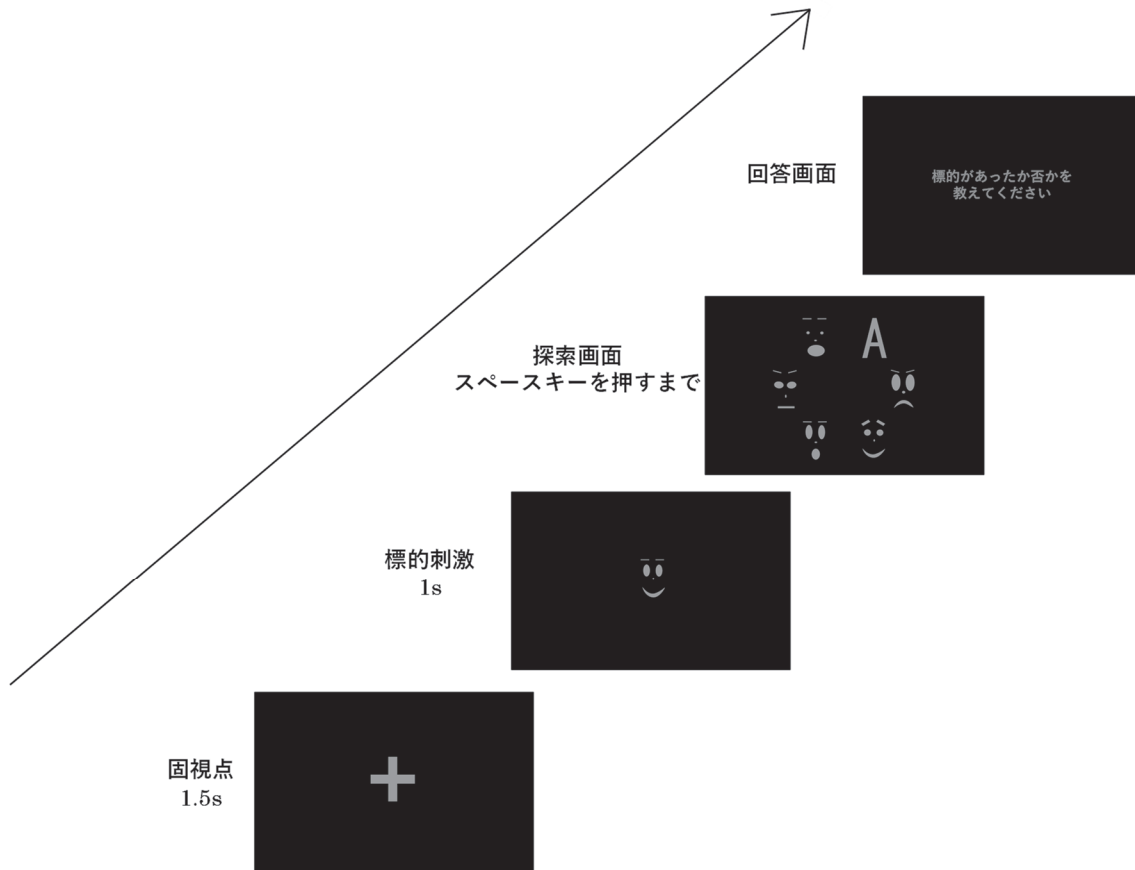


図 14：実験 2 の流れ

3) 刺激

刺激は標的刺激と妨害刺激の 2 種類あり、固視点・刺激ともに輝度 51.70cd/m^2 の灰色で、輝度 2.98cd/m^2 の黒色の背景画面に呈示した。標的刺激は図 10 に示すように画面中央に単独で配置し、妨害刺激は図 11 に示す探索画面の円形の配置上に標的刺激ありの場合 5 個、なしの場合 6 個呈示した。探索画面の画面中央と刺激の中心までの距離は 4.3° で、文字刺激と顔刺激の数は、妨害刺激条件によって異なった。妨害刺激条件は、妨害刺激における顔刺激の個数で、標的刺激あり条件では標的刺激 1 個に加えて、妨害刺激条件 0 個の場合は、顔刺激 0 個と文字刺激 5 個、妨害刺激条件 2 個の場合は、顔刺激 2 個と文字刺激 3 個、妨害刺激条件 4 個の場合は、顔刺激 4 個と文字刺激 1 個、妨害刺激条件 5 個の場合は、顔刺激 5 個と文字刺激 0 個呈示し、標的刺激なし条件では妨害刺激の文字刺激の個数をそれぞれ 1 個多く呈示した。図 12 に妨害刺激 0 個条件と妨害刺激 2 個条件の探索画面の配置例を示す。

図 13 に文字刺激の刺激例および顔刺激を示す。文字刺激および顔刺激の大きさは高さ 2.87° 、幅 1.66° で、背景を含めた刺激の平均輝度を 5.37cd/m^2 に揃え、刺激強度が等しくなるようにした。顔刺激は図 13 に示す 7 種類、文字刺激は実験 1 で用いた 16 個のアルファベットの中から Kinney, Marsetta, Showman(1966)の MS ゴシックと類似している Lerony のフォントを用いた実験で最もアルファベット間の混同回数が多い G を除き、残りのアルファベット 8 個と平均混同回数が等しくなるように 7 個のアルファベット(A・B・E・F・P・R・U)を選択し、標的刺激・妨害刺激として無作為に用いた。固視点の大きさは $5^\circ \times 5^\circ$ であった。

4) 手続き

実験は明室で行い、ディスプレイとの視距離を 60cm として、顎台で頭位を固定した。図 14 に実験 2 の流れを示す。実験の課題は、Langton et al. (2008)と同様の視覚探索課題で、反応時間を測定した。実験では、初めに画面中央に固視点である灰色の十字が 1.5s 呈示され、続いて実験参加者が探索すべき標的刺激が 1s 間呈示された後に、探索画面が呈示された。実験参加者は標的刺激の有無がわかったらできるだけ早くキーボードのスペースキーを押し、標的刺激があったか否かをキーボードを用いて報告した。スペースキーが押されると同時に回答画面が呈示され、標的刺

激があった場合は「y」、標的刺激がなかった場合は「n」を選択させた。試行数は、各実験参加者について練習試行が30試行、本試行を標的刺激条件2条件(文字刺激・顔刺激)×妨害刺激条件4条件(0個・2個・4個・5個)×標的刺激の有無条件2条件(あり・なし)、計16条件で20回繰り返し、合計320試行を行った。標的刺激条件および妨害刺激条件、標的刺激の有無条件の呈示順序は無作為化した。

3.3. 結果と考察

全体および実験参加者4名の結果に対し、反応時間(s)について、標的刺激、妨害刺激および標的刺激の有無を要因とする3要因分散分析を行った結果、全体および実験参加者4名で標的刺激と妨害刺激の交互作用が認められた(全体: $F(3, 1264) = 29.1679, p < .001, SS: F(3, 304) = 30.7311, p < .001, AF: F(3, 304) = 8.7575, p < .001, HK: F(3, 304) = 20.4502, p < .001, KK: F(3, 304) = 5.5142, p < .01$)。図15に全実験参加者における標的刺激別の妨害刺激と反応時間の関係を示す。単純主効果検定による多重比較の結果、妨害刺激0個条件のとき、実験参加者KK以外では顔条件と文字条件における反応時間に有意差が認められなかった(いずれも $p > .05$)が、実験参加者KKでは、文字条件における反応時間が顔条件よりも有意に長くなったことが示された($p < .05$)。妨害刺激2個条件(全体・AF: $p < .001, SS: p < .01, HK \cdot KK: p < .05$)、妨害刺激4個条件(全体・SS・AF・HK: $p < .001, KK: p < .01$)、妨害刺激5個条件(全体・SS・AF・HK: $p < .001, KK: p < .05$)では顔条件における反応時間が文字条件よりも有意に長くなったことが示された。さらに標的刺激が文字条件のときは、全実験参加者で、顔の妨害刺激数による効果は認められなかったが、標的刺激が顔条件のとき、妨害刺激0個条件の場合よりも、2個条件(全体・SS: $p < .001, HK: p < .01, AF: p < .05$)・4個条件(全体・SS・AF・HK・KK: $p < .001$)・5個条件(全体・SS・AF・HK・KK: $p < .001$)、妨害刺激2個条件の場合よりも、4個条件(全体・HK: $p < .001, AF: p < .01, SS: p < .05$)・5個条件(全体・SS・AF・HK: $p < .001$)、妨害刺激4個条件の場合よりも5個条件(全体・SS: $p < .01$)のときに、反応時間が有意に長くなったことが示された。これらのことから顔の妨害刺激の個数の増加に伴い、顔刺激の探索時間は有意に延長したが、文字刺激の探索時間は顔の妨害刺激の有無や個数による有意な変化はなく、また顔刺激の探索は文字刺激の探索よりも有意に遅いことが示され、Langton et al.(2008)とは異なる結果となった。Langton et al.(2008)は蝶刺激が標的刺激のとき妨害刺激の中に顔刺激があると有意に探索時間が長く、顔刺激によって探索が妨害されることを示し、顔に優先的に注意が向けられたためと考えたが、本研究では文字刺激が標的刺激のとき、妨害刺激の中に顔刺激があってもなくてもいくつあっても探索時間に影響がないという結果で、視覚的注意における顔優位性を否定するものと考えられる。横澤・河原(2017)によると、輝度を上げたり動かししたりするなどといった周囲の刺激に対して物理的な差分が大きいものが注意を捕捉する。Langton et al.(2008)の研究では、刺激はグレースケールで、大きさは統一されているものの、平均輝度やコントラストが不明であったが、本研究では、文字刺激と顔刺激の色(灰色)や大きさ・平均輝度・コントラストを等しくすることで刺激の強度を統制し、物理的な差分を最小限にしたため、物理的な差にもとづく注意は捕捉されなかったと考えられる。したがってLangton et al.(2008)の研究で認められた視覚探索における顔優位性は、顔刺激の優位性によるものではなく、顔刺激とその他の刺激間に物理的な差があったことによる可能性がある。

また顔の妨害刺激の個数の増加に伴い、顔の標的刺激に対する反応時間が延長した点については、顔刺激の弁別の難しさが影響していると考えられる。顔パターン処理の特徴は、少ない情報で非常に多くの量を識別するところにあり、眉・目・鼻・口といった配置だけで大量の情報を処理(区別したり記憶したり)する必要がある。眉・目・鼻・口などの部分にもとづく手がかりと、それらの空間配置の全体情報にもとづく手がかりを比べると、全体情報がより優位になり、人は、全体的に顔パターンを処理することによって非常に多くの顔を記憶し認識できることが知られている(後藤, 2009; 山口, 2004)。本研究で用いた顔刺激は、表情が異なって見えるように作成したが、各要素の配置や特徴の差が小さかったことにより物理的な類似性が高かったと考えられる。顔刺激の弁別が難しかったために逐次的な探索が行われ、顔の妨害刺激の個数の増加に伴い顔刺激に対する反応時間が延長したと解釈できる。

4. 総合考察

実験1では課題と無関係な顔刺激による空間的注意の捕捉について検討し、1名の実験参加者でSOAが200msのとき顔の妨害刺激によって正答率が低下し、顔刺激による空間的注意の捕捉が認められる可能性が示されたが、残り3名の実験参加者では認められなかったため、実験1の結果から課題と無関係な顔刺激による空間的注意の捕捉が認められるとは言い難い。Sato & Kawahara(2012)は、SOAが200msより短いとき、周囲の妨害刺激がない場合や顔以外の刺激(顔コントロール条件)の場合より

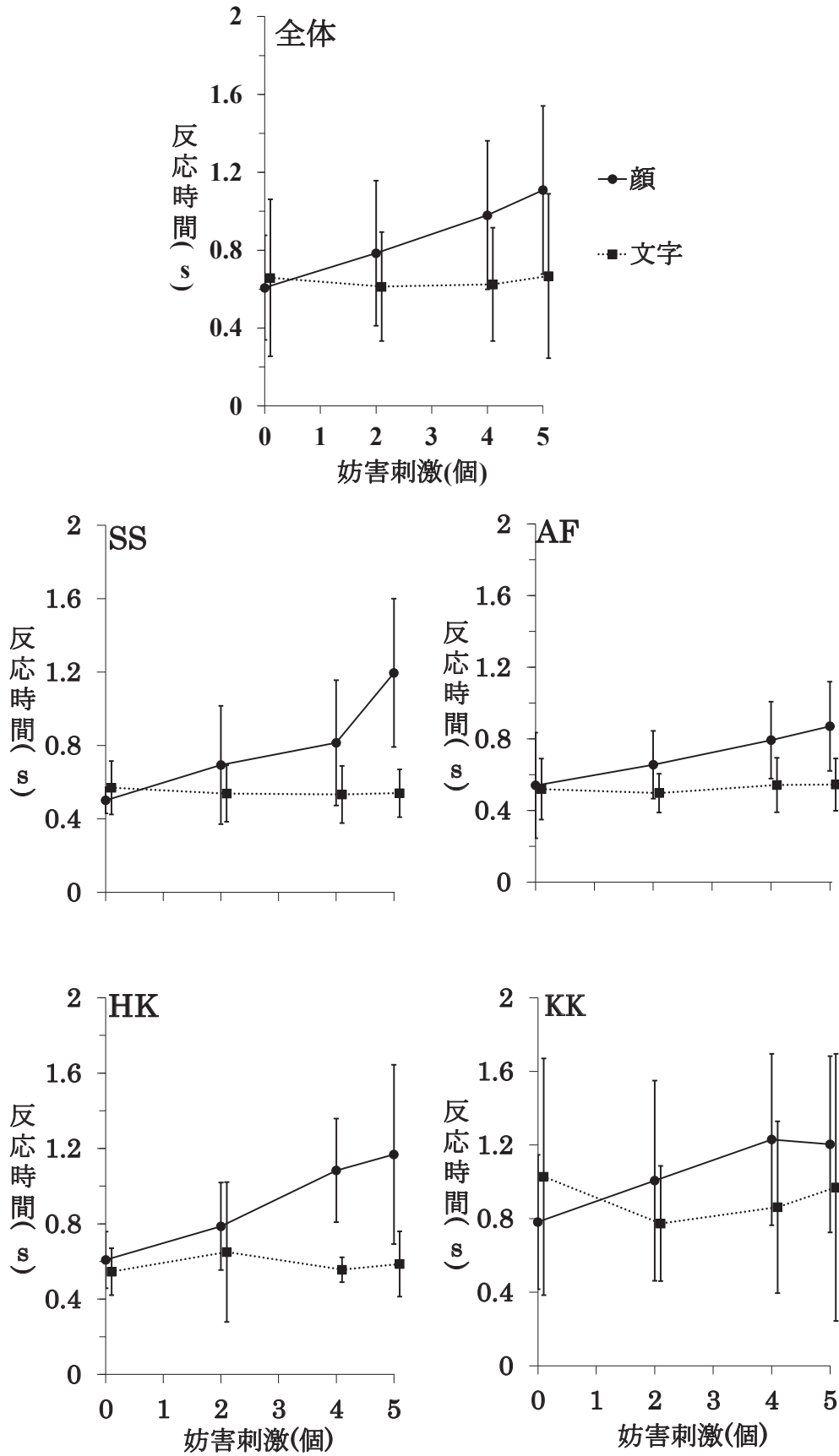


図 15：全実験参加者における標的刺激別の妨害刺激と反応時間の関係(実験 2)
(エラーバーは標準偏差)

も顔刺激の場合に正答率が低下したことから、顔刺激の処理が顔以外の刺激の処理に比べて速いことにより、200ms未満の短時間で空間的注意の捕捉が生じたことを示したが、本研究では200ms未満では有意に低くならず、異なる結果となった。さらに顔刺激による空間的注意の捕捉の時間特性についてもSato & Kawahara(2012)とは異なり、SOAによる一貫した妨害効果の変化が認められなかった。ただし1名の実験参加者においてSOAが200msのとき、顔の妨害刺激による正答率の低下が認められ、顔刺激による空間的注意の捕捉が生じた可能性が示されたが、0ms・50ms・100msではどの実験参加者においても空間的注意の捕捉は生じなかった。4名中1名の結果であるので、200msにおける正答率の低下が顔刺激による空間的注意の捕捉の時間特性を反映したものであるかについては今後の検討が必要であるが、本研究では傾いた顔刺激および文字刺激を用いていたためSato & Kawahara(2012)に比べて、課題の難易度が高かったと考えられることや、刺激の色・大きさ・平均輝度・コントラストの差異がないことから、より長いSOAで妨害効果が大きくなった可能性があると考えられる。また実験2では課題と関係がある顔刺激による空間的注意の捕捉について検討し、顔の妨害刺激の個数の増加に伴い、顔刺激の探索時間は延長することが示されたが、文字刺激の探索時間には影響せず、Langton et al.(2008)の結果とは逆に顔刺激の探索は文字刺激の探索よりも有意に遅いことが示された。Langton et al.(2008)は、顔刺激による探索の妨害効果はその他の刺激による探索の妨害効果より高く、顔刺激が妨害刺激のとき、探索時間が有意に長いことを示したが、本研究の結果からは顔優位性が認められなかった。

実験1・実験2の結果から、課題と関係があるか否かに関わらず、顔刺激による空間的注意の捕捉が認められないことが示されたが、その理由として以下の4点が考えられる。第1にSato & Kawahara(2012)の研究では、顔の妨害刺激はカラー画像であるのに対し標的刺激の文字は単色であり、質的に異なっていたが、本研究では妨害刺激と標的刺激を同じ灰色に統一したこと、第2にSato & Kawahara(2012)の研究では、画面中央に呈示される標的刺激および妨害刺激(いずれもアルファベット)の大きさは、高さ1°であったのに対し、周辺の妨害刺激(顔刺激)の大きさは、8.9°×12.3°で、顔刺激が画面中央の刺激に対して皮質上で約5倍の大きさであったが、本研究では、画面中央の刺激と周辺の妨害刺激の皮質上で大きさが等しくなるように作成したこと、第3にSato & Kawahara(2012)やLangton et al.(2008)の研究では、すべての刺激の輝度やコントラストが不明であり、平均輝度やコントラストが異なっていた可能性があるが、本研究では、妨害刺激と標的刺激の平均輝度やコントラストを等しくし、刺激の強度を統制したこと、第4にSato & Kawahara(2012)やLangton et al.(2008)では、正立の顔刺激を用いていたが、本研究では45°または135°に傾いた顔刺激を用いていたことの4点である。Sato & Kawahara(2012)により倒立した顔刺激では注意の妨害効果が認められないことが報告されていることから、顔刺激が傾いていたことにより、刺激強度が低下していた可能性がある。Sato & Kawahara(2012)・Langton et al.(2008)の研究では顔特有の注意の捕捉が認められたが、周囲の刺激に対して物理的な差分が大きいとき、注意が捕捉される(横澤・河原, 2017)ため、妨害刺激である顔刺激と標的刺激である文字刺激や、顔刺激と顔コントロール条件で用いられた刺激間に物理的な差があったことによる可能性が考えられる。

5. 引用文献

- Bindemann, M, Burton, A. M, Hooge, I. T. C, Jenkins, R. & DeHaan, E. H. F. (2005). Faces retain attention. *Psychonomic Bulletin & Review*, 12(6), 1048-1053.
- 後藤和宏 (2009). 視覚認知における全体処理と部分処理 -比較認知科学からの提言-, 心理学研究, 80(4), 352-367.
- Haxby, J.V, Hoffman, E.A. & Gobbini, M.I. (2000). The distributed human neural system for face perception. *Trends in Cognitive Science*, 4(6), 223-233.
- Inukai, T, Kawahara, J. & Kumada, T. (2010). Nonspatial interdimensional attentional capture. *Attention, Perception, & Psychophysics* 72(3),658-666.
- 犬飼朋恵 (2012). 非空間的な注意捕捉と意図的制御に関する研究, 風間書房, 東京, 18.
- Kinney, G.C, Marsetta, M. & Showman D.J. (1966). Studies in display symbol legibility. XII. The legibility of alphanumeric symbols for digitalized television. ESD-TR-66-117. MTR-206. *Technical documentary report. United States. Air Force. Systems Command. Electronic Systems Division*, 1-33.
- Langton, S.R, Law, A.S.& Schweinberger, S.R. (2008). Attention capture by faces. *Cognition*, 107(1), 330-342.
- 松尾香弥子 (2006). fMRI でみる読み書きの脳内メカニズム, 認知神経科学, 8(1), 22-29.

- Rovamo, J. & Virsu, V. (1979). An estimation and application of the human cortical magnification factor *Experimental Brain Research*, 37(3), 495-510.
- Sato, S. & Kawahara, J.I. (2015). Attentional capture by completely task-irrelevant faces. *Psychological research*, 79(4), 523-533.
- 高橋康介 (2023). 越境する認知科学 10 なぜ壁のシミが顔に見えるのか -パレイドリアとアニメーションの認知心理学-, 共立出版, 東京, 86-95.
- 山口真美 (2004). 顔パターン認識の特殊性とその成立過程, 映像情報メディア学会誌, 58(12), 1747-1752.
- Yin, R.K. (1969). Looking at upside-down faces. *Journal of Experimental Psychology*. 81(1), 141-145.
- 横澤一彦・河原純一郎 (2017). 人の気づきに迫る -認知科学- 心理学からのアプローチ : 1 気づきを生み出す人の注意 -その基本図式-, 情報処理, 58 (4), 282-286.

(2024年 2月 11日 受付)
(2024年 4月 13日 受理)