

変化検出に及ぼす刺激カテゴリーと提示位置の効果： フリッカー回転課題における顔刺激検出の優位性

藤原佐智 信州大学大学院教育学研究科
小松伸一 教育科学講座

1 問題

われわれを取り巻く環境は時々刻々と変化している。視覚や聴覚などの感覚器官を通じてわれわれはそうした環境の変化を感知する。この能力は変化検出 (change detection) と呼ばれる。部屋に人が入ってきたことに気づく、横断歩道の途中で青信号が点滅に変わったことに気づくなど、日常生活において変化検出を求められる場面は頻繁に生じている。自分の目前でこうしたはっきりとした変化が起こったとしたならば、その検出は容易であろうと一般には考えられてきた。しかしながら、日常的場面と人工的場面のいずれにおいても、人はしばしば対象物の顕著な変化に気づかない。この現象は、変化盲 (change blindness) と呼ばれる。Levin & Simons (1997) は、2 人の登場人物が会話をしている場面を映したビデオ・フィルムの中で、カット割りに伴って、主人公の着けていたスカーフが消えてしまう、あるいは、赤い皿が白い皿に変わってしまう、といった不自然で顕著な変化を 9 種類設定し、このビデオを 10 名の大学生に視聴させた。この結果、変化に自発的に気づいた被験者はわずか 1 名だけであり、その 1 名の被験者も 9 種類の変化のうちのわずか 1 箇所について漠然とした指摘ができたにすぎなかった。つまり、のべ 90 回の変化のうち 89 回は気づかれなかったことになる。こうした衝撃的なデモンストレーションがきっかけとなって、認知心理学的研究の中で変化検出や変化盲への関心が高まっている (展望として、Simons, 2000)。変化盲がなぜ生じるかを分析することは、視覚表象の性質を解明するための 1 つの手段とも位置づけられる (Rensink, 2002)。本研究では、変化検出を規定する要因として変化位置と変化内容に注目し、5 つの実験の中で両要因を系統的に操作することによって、変化盲のメカニズムを探る。

変化検出を実験的に検討するためにこれまでにさまざまなパラダイムが考案されてきたが、今回の一連の実験ではフリッカー・パラダイム (flicker paradigm) を用いる。このパラダイムでは、原画と修正画がブランク画面をはさんで交互に繰り返し提示される。提示時間は、原画と修正画がそれぞれ数 100 ms、ブランク画面が 100 ms 以下ときわめて短い。このため、一連の刺激を提示された被験者は、1 枚の絵がちらちらとゆらめいて提示されているかのように刺激系列を知覚する。Ro, Russell, & Lavie (2001) は、このフリッカー・パラダイムを用いて、変化検出の対象物の中でも、人物の顔写真は、それ以外の対象カテゴリーと比較して特異な役割を示すことを明らかにした。この実験では、人物 (顔)・食物・家電・衣類・楽器・植物の 6 カテゴリーに属する刺激がそれぞれ 1 つずつ同時提示され、カテゴリーによって変化検出時間に差が生じるかどうかを検討された。その結果、人物カテゴリーはそれ以外のカテゴリーに比べ、変化検出に要する時間が有意に短く、顔の変化はより容易に検出されやすいことが証明された。顔刺激の変化により敏感であるという実験結果は、顔刺激が社会的および生物学的に重要であり、顔刺激の処理のみに特異なモジュールが人間には備わっているという理論 (Fara, 1995) の裏づけとなると Ro et al. は主張する。

従来のフリッカー・パラダイムにおいて、刺激提示は 1 度に 1 項目だけであった。これに対し Ro et al. (2001) のこの実験では、異なるカテゴリーに属する 6 種の項目を同時提示し、変化検出に要する時間をカテゴリー間で相対的に比較した点が特徴的である。しかしながら、Ro et al. (2001) の実験

手続きに対しては問題点も指摘できる。その問題とは、刺激項目の提示位置がカテゴリーごとに固定されていた点である。とりわけ、顔写真の提示位置は常に左上であったため、6項目からなる刺激の中でももっとも注意を向けやすく、そのために変化検出に要する時間もより短かったのではないかという可能性を指摘できる。つまりこの実験手続きでは、変化検出における反応時間の短縮が、刺激カテゴリーと提示位置のどちらの相違に起因するかを特定困難である。そこで実験1では、Ro et al. と同等の刺激材料と実験手続きを用いるものの、人物カテゴリーの刺激（顔写真）提示位置を変更した条件で、変化検出時間を検討する。

2 実験1

Ro et al. (2001) の実験では、人物カテゴリーに属する刺激は常に上段左側に提示されていた。これに対し実験1では、人物カテゴリーの刺激を常に下段右側に提示する。こうした提示位置条件の場合にも、人物カテゴリー刺激は、それ以外のカテゴリー刺激よりも変化検出に要する時間が短くなるのかを検証する。

2-1 方法

被験者 大学生60名を被験者とした。

実験計画 1要因6水準の被験者内計画であった。変化カテゴリーを要因とし、衣類、家電、食器、人物、文具、野菜の6水準を設けた。

課題 被験者は、視覚的に同時提示される6個の対象のうち、いずれかにおいて変化があるかどうかを判断し、その判断に対応するキーを押すことが求められた。さらに、変化があると判断した場合には、どのカテゴリーで変化が起こったのかを口答で実験者に報告することが要求された。変化あり試行における反応時間が分析の対象となり、刺激カテゴリー別に分析がなされた。

材料と装置 6カテゴリーから構成される画像（カテゴリー事例の写真）を用いた。カテゴリーの配列は、上段左側に野菜、上段右側に文具、中段左側に衣類、中段右側に食器、下段左側に家電、下段右側に人物とした。それぞれのカテゴリーは6対象から成り、人物カテゴリーを除いて、カテゴリー内の類似度はできる限り低くした。対照的に、人物カテゴリーでは、6対象をすべて20代女性の顔とし、類似度をできるだけ高めるようにした。図1は、変化あり試行における刺激提示の流れを示したものである。注視点が1000ms提示された後、原画と修正画がブランクをはさんで交互に繰り返し提示された。提示時間は、原画と修正画がそれぞれ240ms、ブランクが80msであった。修正画は、原画における1カテゴリーの対象を、同一カテゴリーの異なる対象に置き換えたものであった。変化なし試行では、原画と修正画の対ではなく、同一の原画対を刺激として用いた。それ以外の刺激提示条件は、変化あり試行と同じであった。刺激提示装置にはApple社製iMacを、刺激提示時間の制御と反応時間の記録にはPsyScriptを用いた。

手続き 実験は個別に行われた。12試行の練習試行を行った後、本試行として144試行を3ブロックに分けて行った。変化の有無は同数であった。また、各カテゴリーの変化は、1ブロックに4試行ずつであった。変化の有無および変化カテゴリーの提示順序はランダムであった。

2-2 結果と考察

図2は、変化あり試行における各カテゴリーの平均反応時間(ms)と標準誤差を示したものである。カテゴリーによって反応時間に差があるかどうかを検討するため、分散分析を行った。その結果、カテゴリーの主効果が有意であった($F(5, 295) = 36.51, p < .01$)。LSD法を用いた多重比較の結果、カテゴリー間の反応時間の大小関係は、『野菜=文具<食器<衣類<家電=人物』であった(MSe =

47120.86, 5%水準)。Ro et al. (2001)において認められた人物カテゴリーにおける変化検出時間の低減は、本実験では確認できなかった。本実験で見出された反応時間の相違は、刺激提示位置の違いを反映していると解釈される。カテゴリーの代わりに提示位置を基準として多重比較の結果を記述し直すと、『上段左=上段右<中段右<中段左<下段左=下段右』となり、より上部に提示された刺激ほど変化検出に要する時間も短くなると結論できる。そこで実験2では、変化検出に及ぼす提示位置の効果について一層の検討を試みる。

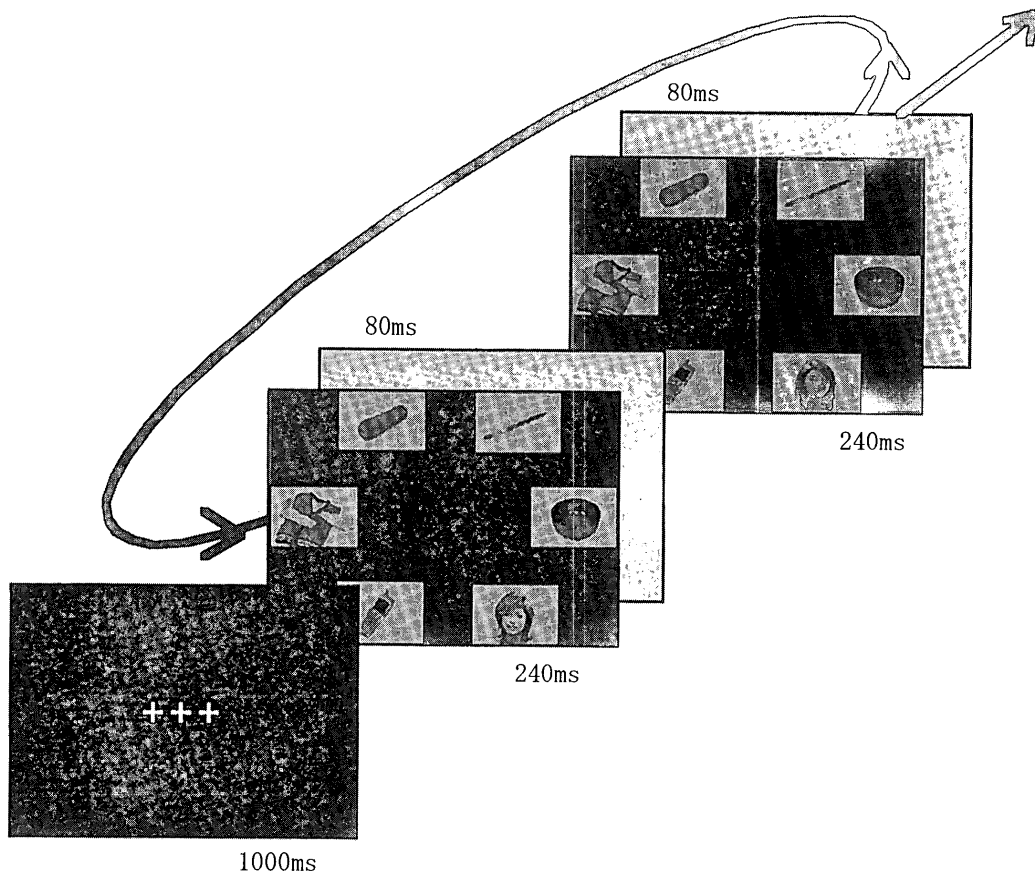


図1 実験1における刺激提示の流れ

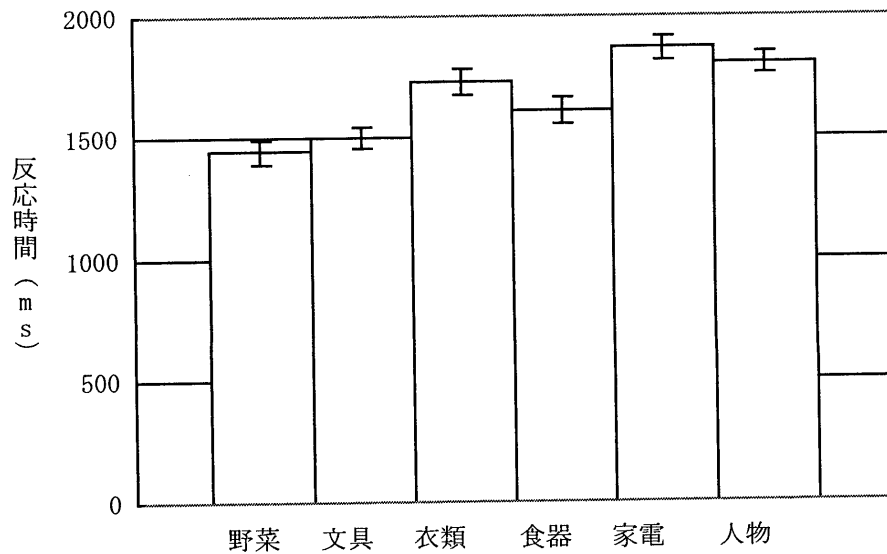


図2 実験1における各カテゴリーの反応時間 (ms)

3 実験 2

実験 1 では、カテゴリーによって刺激の提示位置が固定されていた。このため変化検出時間の相違が、刺激カテゴリーと提示位置のどちらの要因によって生じていたのかを決定するのは困難であった。そこで実験 2 では、6 つの異なるカテゴリーに属する刺激が提示される位置を試行間でカウンターバランスすることによって、変化検出に及ぼす刺激提示位置の効果を検証する。

3-1 方法

以下の点を除いて、実験 1 と同様であった。

被験者 大学生 37 名を被験者とした。

実験計画 変化位置を被験者内要因とし、6 水準を設けた。

材料 図 3 に示すように 1~6 までの提示位置を設けた。実験 1 のようにカテゴリーによって提示位置を固定するのではなく、どのカテゴリーの刺激がどの位置に提示されるかは試行間でカウンターバランスした。

手続き 実験 1 と同様、本試行は全部で 144 試行から成っていた。各位置における変化は、1 ブロックに 4 試行ずつであった。変化の有無および変化位置の提示順序はランダムであった。

3-2 結果と考察

図 4 は、変化あり試行における各位置の平均反応時間 (ms) と標準誤差を示したものである。位置によって反応時間に差があるかどうかを検討するため分散分析を行った結果、位置の主効果が有意であった ($F(5, 180) = 14.81, p < .01$)。LSD 法を用いた多重比較の結果、水準間の反応時間の大小関係は、『1 = 2 = 3 < 5 = 6, 4 < 6』であった ($MSe = 32611.34, 5\%$ 水準)。この実験結果より、変化検出に要する反応時間は刺激提示位置からの影響を受け、刺激が上部に提示されるほど反応時間は速くなると考察される。

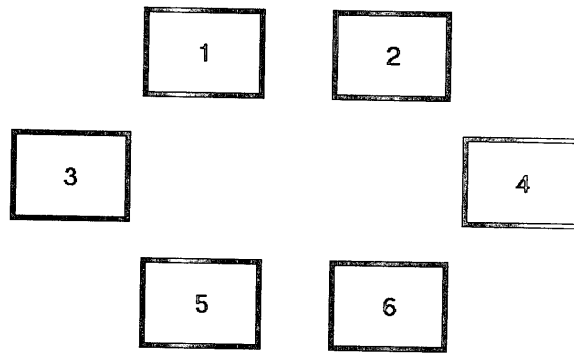


図3 実験2における刺激提示位置

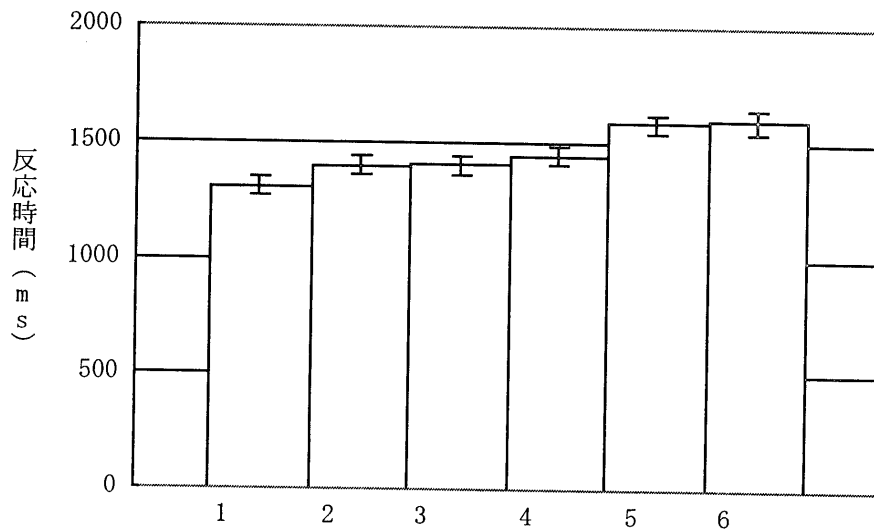


図4 実験2における各位置の反応時間 (ms)

4 実験3

実験1と2の結果から、異なる複数の項目を同時提示し、どの項目に変化が生じたかを検出させる場合、この変化検出に要する時間は項目の提示位置からの影響を受けることが明らかになった。したがって、Ro et al. (2001) によって報告された変化検出における顔カテゴリーの優位性は、提示内容ではなく提示位置の効果として説明できるかもしれない。そこで実験3では、新たな実験課題を考案・導入することによって提示位置要因を統制し、変化検出に及ぼす刺激カテゴリーの効果について一層の検討を試みる。実験3で導入する課題をフリッカー回転課題と命名する。この課題では、ブランクが提示されるたびに、各カテゴリー刺激の提示位置が時計回りに1項目ずつ移動していく。このように1試行内でカテゴリーの提示位置を変化させ、位置要因の影響を取り除いた条件において、変化検出に及ぼす刺激の効果を検証する。

4-1 方法

被験者 大学生37名を被験者とした。

実験計画 変化カテゴリーを被験者内要因とし、衣類、家電、食器、人物、文具、野菜の6水準を設けた。

課題 被験者は、視覚的に同時提示される6個の対象のうち、いずれかにおいて変化があるかどうかを判断し、その判断に対応するキーを押すことが求められた。さらに、変化があると判断した場

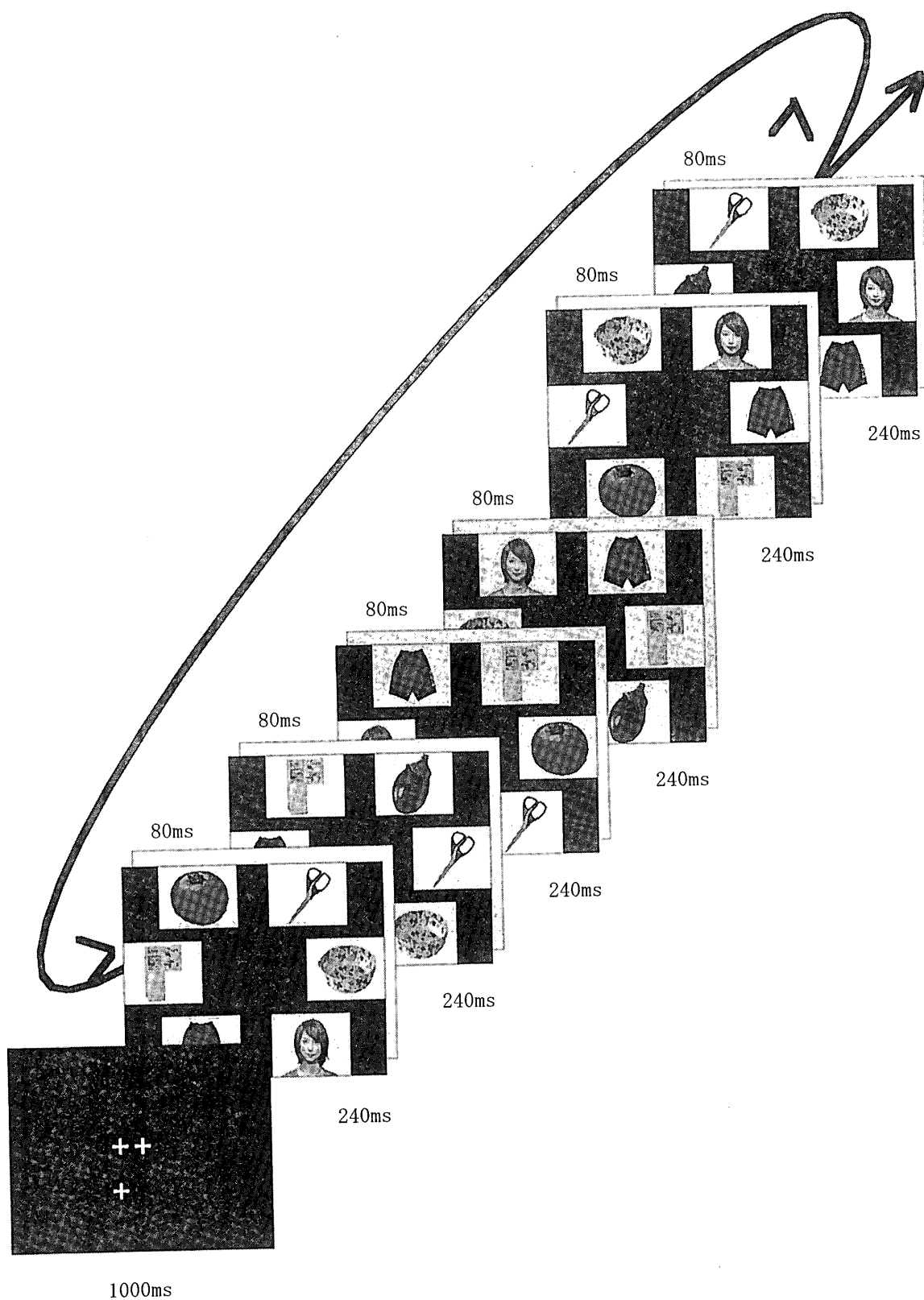


図5 実験3における刺激提示の流れ

合には、どのカテゴリーで変化が起こったのかを口答で実験者に報告することが要求された。実験 1 および 2 とは異なり、刺激は 1 つずつ位置を移動させて回転しながら提示されるので、変化検出に要する被験者の認知的負担がより大きくなることが予測された。そこで認知的負担を軽減するために、実験 3 の課題はすべて変化あり試行とし、変化なし試行は含まれなかった。

材料 図 5 は、刺激提示の流れを示したものである。1 試行で原画 6 枚を用いた。6 枚の原画を構成する 6 対象は、変化カテゴリーに該当するものを除いて同じであったが、位置が時計回りに 1 つずつずれており、ブランクをはさんで順番に提示された。提示時間は、実験 1 と同様であった。被験者にとって、一連の刺激提示は、6 対象がちらちらと回転して移動していくように知覚された。

手続き 6 試行の練習試行を行った後、本試行として 72 試行を 4 ブロックに分けて行った。各カテゴリーの変化は、1 ブロックに 3 試行ずつであった。変化カテゴリーの提示順序はランダムであった。

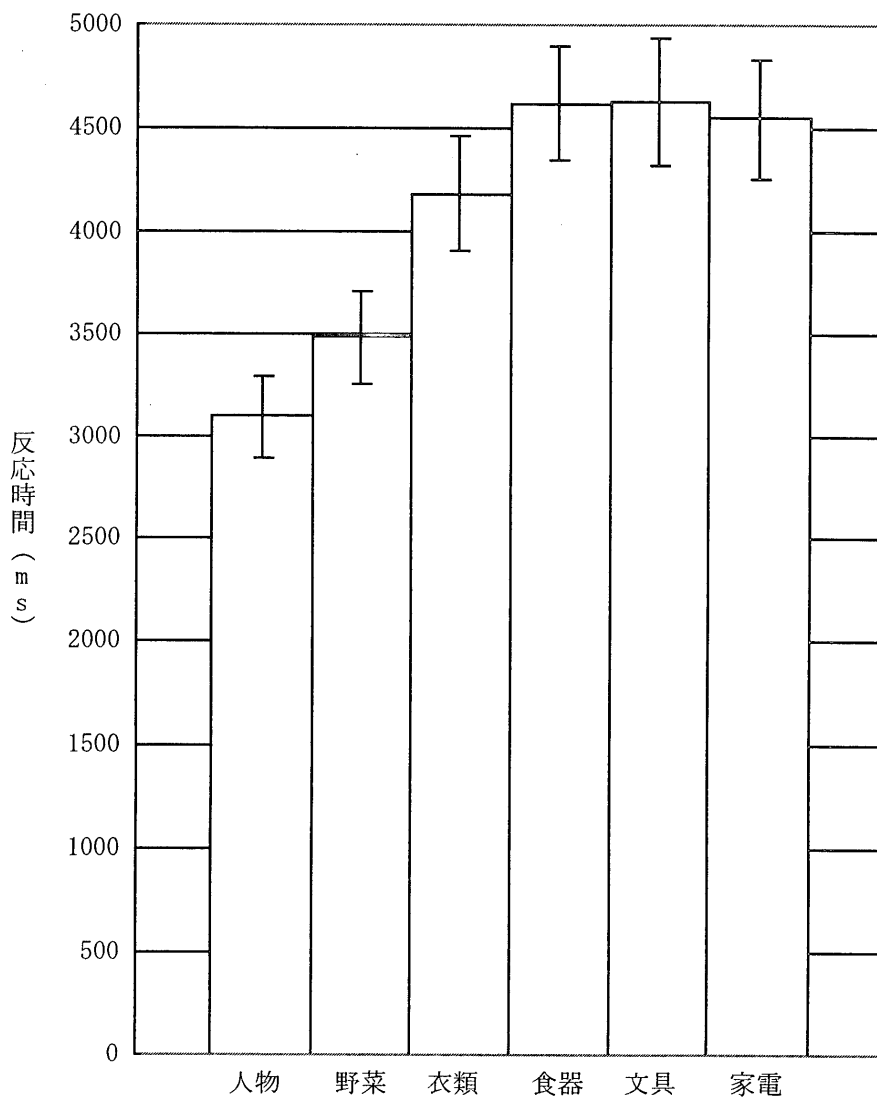


図6 実験3における各カテゴリーの反応時間 (ms)

4-2 結果と考察

図 6 は、各カテゴリーの平均反応時間 (ms) と標準誤差を示したものである。カテゴリーによって反応時間に差があるかどうかを検討するため分散分析を行った結果、カテゴリーの主効果が有意であった ($F(5, 180) = 13.62, p < .01$)。LSD 法を用いた多重比較の結果、反応時間の大小関係は、『人物<野菜<食器=文具=家電, 人物<衣類』であった ($MSe = 1171034.27, 5\%$ 水準)。他のカテゴリーに対して、人物と野菜の両カテゴリーの反応時間が有意に短いことが示された。野菜カテゴリーの反応時間の短さには画像の彩度が影響していたと考えられる。つまり、野菜カテゴリーに属する事例の画像はいずれも、他の画像に比べ、高彩色部分の面積が顕著に大きく、このことが変化検出を容易にしていたのではないかと推察される。そこで実験 4 において、すべての画像刺激についてその彩度を低下させた条件でフリッカー回転課題を実施し、変化検出における野菜カテゴリーの優位性が認められるかを検証する。一方、人物カテゴリーの反応時間の短さは、顔認知の特殊性によるためであると考察される。そこで実験 5 において、変化検出における顔認知モジュールの役割についてさらに検討を加える。

5 実験 4

実験 3 において、フリッカー回転課題を用いて提示位置条件を統制したときに、野菜カテゴリーは変化検出に要する時間が有意に短く、その原因として刺激画像で用いられていた色彩の影響が考えられた。そこで実験 4 では、すべての刺激の彩度を下げモノクロ提示することによって、野菜カテゴリーの優位性が依然として出現するかを検討した。

5-1 方法

以下の点を除いて、実験 3 と同様であった。

被験者 大学生 12 名を被験者とした。

材料 実験 3 で用いた全刺激に対して彩度を落とす処理を行い、フリッカー回転課題においてカラーではなくモノクロとして刺激を提示した。

5-2 結果と考察

図 7 は、各カテゴリーの平均反応時間 (ms) と標準誤差を示したものである。カテゴリーによって反応時間に差があるかどうかを検討するため分散分析を行った結果、カテゴリーの主効果が有意であった ($F(5, 180) = 16.53, p < .01$)。LSD 法を用いた多重比較の結果、反応時間の大小関係は、『人物<野菜<衣類=文具=家電<食器』であった ($MSe = 729260.85, 5\%$ 水準)。実験 3 と比較した場合、提示する刺激の色彩をカラーからモノクロに変更した点を除いて、同じ方法を用いていたにもかかわらず、実験 4 では人物カテゴリーよりも野菜カテゴリーの変化検出時間が長くなった。このことから、実験 3 で認められた野菜カテゴリーにおける変化検出時間の低減は、刺激で用いられた色彩に起因していたと解釈される。しかし、このように彩度を低下させた条件でも、変化検出において顔カテゴリーの優位性が依然として生じていた。そこで、実験 5 では、この優位性が生起する原因を探ることとする。

6 実験 5

実験 3 および 4 では、フリッカー回転課題において人物カテゴリーの変化検出に要する反応時間が、他のカテゴリーの変化検出時間に比べ、有意に短いことが一貫して証明された。実験 5 では、この反応時間の低減が顔認知の特殊性によるものかどうかを検討する。他の対象物に比べ顔の認知はより速

く正確になされることが知られているが、この顔認知の優位性は顔刺激の上下を反転させた場合には出現しない (Yin, 1969)。そこで実験5では、フリッカー回転課題において上下反転した刺激を用い、人物カテゴリーは他のカテゴリーに比べ変化検出に要する時間が短くなるのかを検証する。

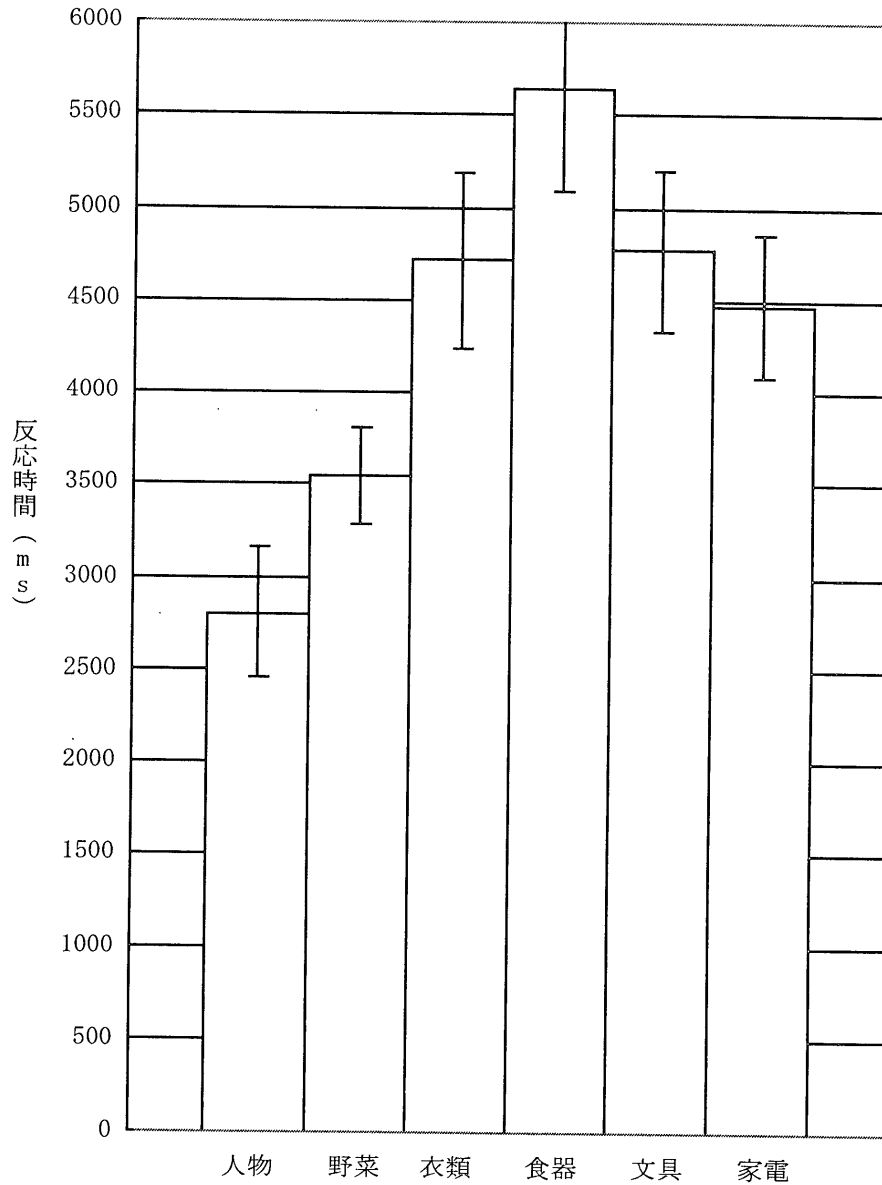


図7 実験4における各カテゴリーの反応時間 (ms)

6-1 方法

被験者 大学生 25 名を被験者とした。

実験計画 2×6 の被験者内計画であった。第 1 の要因は刺激提示の方向性であり、正提示と逆提示の 2 水準を設けた。第 2 の要因は変化カテゴリーであり、衣類、家電、食器、人物、文具、野菜の 6 水準を設けた。

材料 正提示条件では、実験 3 と同じ刺激を用いた。逆提示条件では、同時提示される 6 種の項目をすべて上下反転させた。両提示条件において、1 試行を構成する 6 枚の原画の提示順序は、知覚

される回転の方向が時計回りとなるように設定された。

手続き 12 試行の練習を行った後、本試行として 120 試行を 5 ブロックに分けて行った。両提示条件において各カテゴリーの変化は、1 ブロックに 2 試行ずつであった。正と逆のいずれの方向で提示されるか、および、どのカテゴリーが変化するかについては、その提示順序をランダムとした。

表5 実験5における各提示条件の反応時間 (ms) と標準偏差 (N = 25)

条件	正提示	逆提示
Mean	3888.66	4027.54
SD	1658.11	1609.71

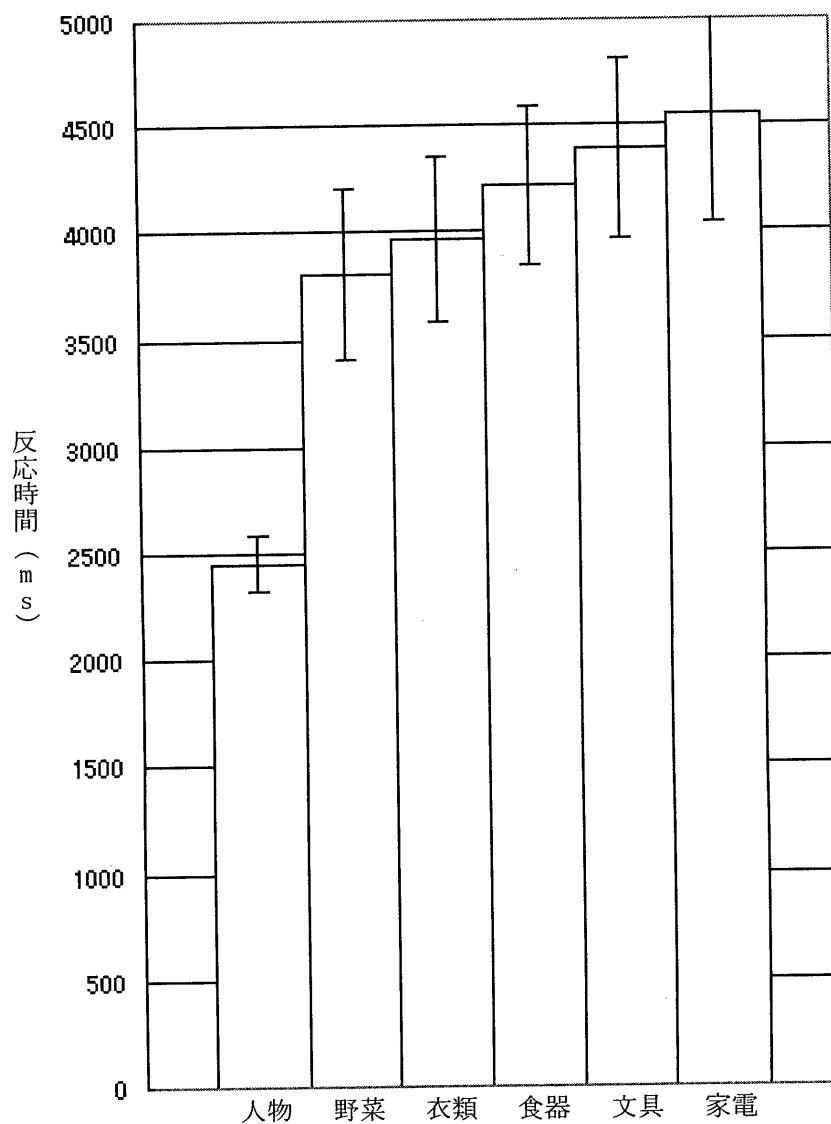


図8 実験5における正提示条件での各カテゴリーの反応時間 (ms)

6-2 結果と考察

表 5 は、各提示条件の平均反応時間 (ms) と標準偏差を示したものである。提示条件によって反応時間に差があるかどうかを検討するため、 t 検定を行った。その結果、両条件の反応時間の差は有意でなかった (両側検定: $t(24) = 1.12, p > .10$)。

図 8 は、正提示条件における各カテゴリーの平均反応時間 (ms) と標準誤差を示したものである。カテゴリーによって反応時間に差があるかどうかを検討するため分散分析を行った結果、カテゴリーの主効果が有意であった ($F(5, 120) = 11.77, p < .01$)。LSD 法を用いた多重比較の結果、反応時間の大小関係は、『人物 < 野菜 = 衣類 = 食器 = 文具 = 家電』であった ($MSe = 1212708.21, 5\%$ 水準)。実験 4 と同様、人物カテゴリーは他のカテゴリーに比べ変化検出に要する時間が有意に短いことが判明した。

図 9 は、逆提示条件における各カテゴリーの平均反応時間 (ms) と標準誤差を示したものである。カテゴリーによって反応時間に差があるかどうかを検討するため分散分析を行った結果、カテゴリーの主効果が有意であった ($F(5, 120) = 6.95, p < .01$)。LSD 法を用いた多重比較の結果、反応時間の大小関係は、『人物 < 衣類, 人物 = 野菜 = 食器 = 文具 < 家電』であった ($MSe = 973441.37, 5\%$ 水準)。正提示条件とは対照的に、逆提示条件では、変化検出時間の低減が人物カテゴリーのみに特異的に出現するという現象は認められなかった。上下が逆転した顔刺激を認知する場合には、顔刺激の処理に固有のモジュールはもはや機能しなくなると考えられている。顔写真を刺激とする人物カテゴリーにおいてのみ認められる変化検出時間の低減は、顔刺激の処理に固有なモジュールの働きによるものであり、上下反転した顔刺激に対してはこのモジュールは機能しなくなると考察される。

7 結論

本研究では、変化検出を規定する要因として変化位置と変化内容に注目し、フリッカー・パラダイムを用いた検討を行った。まず変化位置要因に関しては、刺激配列の中で上部に提示された項目の方が、下部に提示された項目に比べ、変化検出に要する時間がより短くなるという現象を見出した。Ro et al. (2000) によって報告された特定の刺激項目に対する変化検出時間の低下は、刺激提示位置の効果として説明が可能であることを指摘した。次に、変化検出に及ぼす提示位置の効果を相殺するために、フリッカー回転課題を新たに考案した。この課題を用いて変化内容の要因について検討を試みた結果、人物カテゴリーの項目はそれ以外のカテゴリー項目に比べ変化検出時間が有意に短くなることを明らかにした。しかし、この変化検出における人物カテゴリーの優位性は、刺激項目をすべて上下反転させて提示した場合には消失したため、顔認知に固有な処理モジュールの働きであることが示唆された。

本研究では、ひとつひとつの対象が独立し関連性を持たずに提示されたため、生態学的妥当性が高いとは言えない。変化検出は日常場面において頻繁に起こる現象である。その場合、変化する対象は相互に関連して有意味な場면을構成している。今後、より生態学的妥当性の高い場面においても、本研究で得られたような効果がみられるかどうかの検討がのぞまれる。

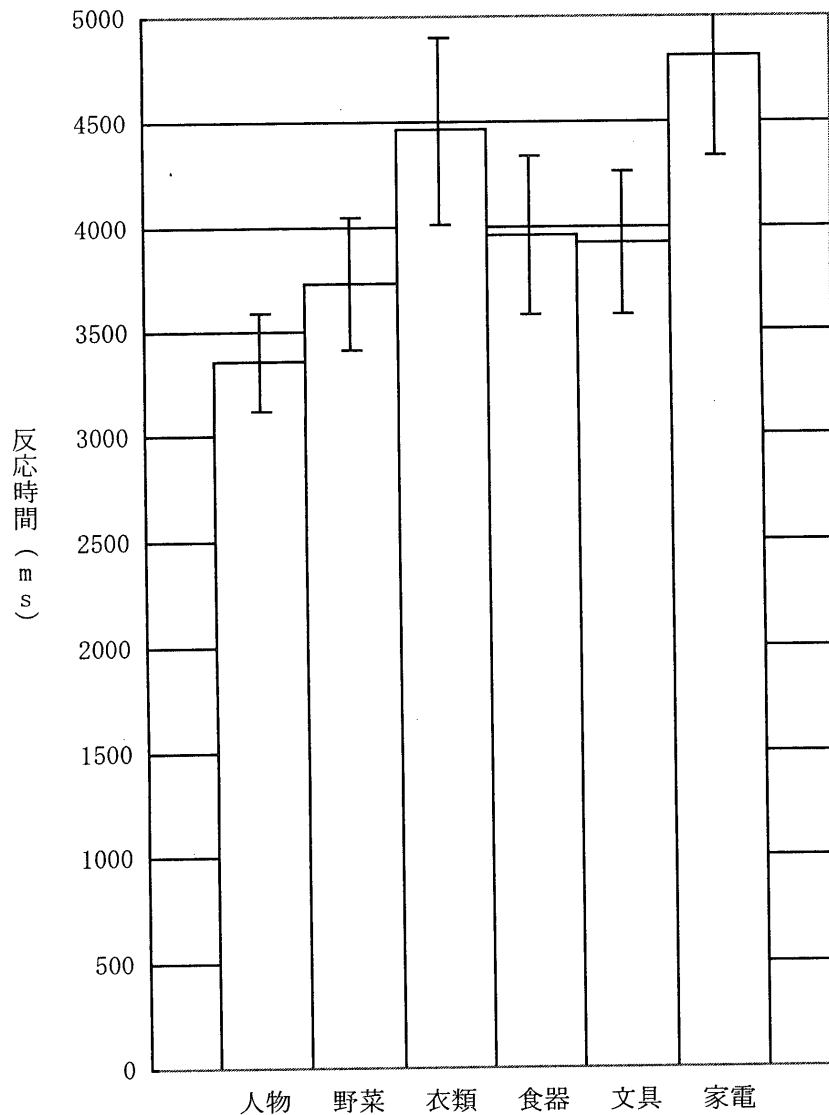


図9 実験5における逆提示条件での各カテゴリーの反応時間(ms)

文献

- Fara, M. J. (1995). Dissociable systems for visual recognition: A cognitive neuropsychology approach. In S. W. Kosslyn & D. N. Osherson (Eds.), *Visual cognition: An invitation to cognitive science* (2nd ed., Vol. 2, pp. 101-119). Cambridge, MA: MIT Press.
- Levin, D. T., & Simons, D. J. (1997). Failure to detect changes to attended objects in motion pictures. *Psychonomic Bulletin & Review*, *4*, 501-506.
- Rensink, R. A. (2002). Change detection. *Annual Review of Psychology*, *53*, 245-277.
- Ro, T., Russell, C., & Lavie, N. (2001). Changing faces: A detection advantage in the flicker paradigm. *Psychological Science*, *12*, 94-99.
- Simons, D. J. (2000). Current approaches to change blindness. *Visual Cognition*, *7*, 1-15.
- Yin, R. K. (1969). Looking at upside-down faces. *Journal of Experimental Psychology*, *81*, 141-145.