

文字探索課題における優位視野が選択的注意に及ぼす影響

吉崎 一人⁽¹⁾ (yoshizak@asu.aasa.ac.jp)
西村 律子⁽¹⁾・津田 昌子⁽¹⁾・藤田 知加子⁽²⁾
〔⁽¹⁾ 愛知淑徳大学・⁽²⁾ 浜松医科大学〕

The effect of visual-field difference for visual search on selective attention

Kazuhiro Yoshizaki⁽¹⁾, Ritsuko Nishimura⁽¹⁾, Masako Tsuda⁽¹⁾, Chikako Fujita⁽²⁾

⁽¹⁾ Department of Psychology and Communication, Aichi Shukutoku University, Japan

⁽²⁾ Osaka-Hamamatsu Joint Research Center for Child Mental Development, Hamamatsu University School of Medicine, Japan

Abstract

The aim of this study was to investigate the validity of Lavie's load theory (Lavie, 2005) from the point of view of cerebral lateralization. In Experiment 1, right-handed participants were asked to discriminate a target letter in a task-relevant letters-array which was presented at a left or right visual-field, while ignoring a letter (distractor) which was presented above or below a central fixation. We manipulated the perceptual load (high/low) of the task-relevant letter-arrays and the compatibility between a target and a distractor. The results showed that the compatibility effect was larger in the low load condition than in the high load condition irrespective of visual-field, which supported the load theory. The second experiment was the same as Experiment 1, except that a triangle, the high-load letter-array and the distractor were simultaneously presented. We set up two object conditions; within-object and across-object conditions. In the former condition, the letter-array and the distractor was presented within the triangle. In the latter, only the letter-array was presented within the triangle and the distractor was presented outside the triangle. The results showed that in the left visual-field condition, the compatibility effect was observed only in the within-object condition, not in the across-object condition, whereas in the right visual-field condition, it was observed in both the conditions. These results suggested that selective attention is modulated by cerebral dominance for letter search.

Key words

load theory, selective attention, cerebral dominance

1. 問題と目的

注意による情報の選択が情報処理過程のどの段階で生じるかという問題は、いわゆる選択的注意における「初期－後期論争」として1950年代から議論されている。情報選択が意味処理の前で行われるとするのが初期選択説 (Broadbent, 1958) で、意味処理以後に行われるとするのが後期選択説である (Deutsch & Deutsch, 1963)。この論争は当初両耳分離聴テストを使い聴覚機能を介した実験によって多く行われてきたが、初期選択－後期選択の本質的な解明には聴覚実験が不適切であるという理由から、1960年後半からは視覚機能を介した実験が中心となっている。さらに初期選択－後期選択論争の論点は、初期か後期かという二分法的な議論から完全な初期選択は可能か、それを可能にする実験条件はどのようなものかといった議論へと推移している (Lavie, 1995; 八木・熊田・菊地, 2004)。

このような流れの中で提案されたのが、初期選択・後期選択の2つの立場を混成した負荷理論である。Lavie (1995, 2005) は、課題に関連した負荷の高低に応じて選択的注意が初期選択的に作用するか後期選択的に作用するかが決定されるとしている。この負荷理論は、知覚情報処理に使用

される処理資源は有限で、課題負荷に応じて処理資源が投入され、課題が要求する負荷量が全処理資源量を上回らないなら、残された処理資源は周辺刺激に対して自動的に配分されるという前提をもとに成り立っている (Lavie, 2005)。

彼女の"負荷理論"を実証した典型的なパラダイムは、フランクナー課題を応用したものである。この課題ではターゲットとディストラクターが同時に呈示され、ディストラクターを無視しながらターゲットの同定が要求される。その際、ターゲットとディストラクターの適合性と負荷の高低が操作される。注目しているのは、負荷の差異が適合性効果 (例えば、一致条件と不一致条件の認知成績の差) に及ぼす影響であった。負荷の操作の1つには、ターゲットの周辺に呈示されるノイズの数や種類を変え、知覚的負荷の高低を変化させるものがある (Beck & Lavie, 2005; Lavie, 1995; Lavie & Cox, 1997)。

例えば Lavie & Cox (1997) では、仮想円上に6文字のアルファベット文字を呈示して、その中に呈示されるターゲット ("N", "X") の同定を求めた。5文字からなるノイズ刺激は知覚的負荷を操作するため、高負荷条件では直線で構成されたアルファベット5文字 ("H", "K", "V", "W", "Z") からなり、低負荷条件では5つの "O" であった。ディストラクター ("N", "X", 中立条件として "L") は仮想円

上の左あるいは右側に呈示された。結果は、課題関連刺激に対する知覚的負荷が高いときには全体成績が低下し(反応時間の延長や誤答率の上昇)、適合性効果も小さくなった。一方知覚的負荷が低いときには全体成績は上昇し、適合性効果も増大した。この結果は次のように説明された。知覚的負荷が高い事態では、課題遂行に投入される処理資源量は多くなり、残された処理資源量が減少する。したがって、周囲に配分される処理資源量は少なく、ディストラクターを十分に処理できず、適合性効果は小さくなる。つまり注意は初期選択的に作用したと考えられた。これに対して知覚的負荷が低い事態では、課題遂行に投入される処理資源量は少ないため、残された処理資源量は相対的に多い。残された処理資源は周辺の刺激に自動的に配分されるため、ディストラクターの処理は十分に行われ、適合性効果は大きくなり、注意は後期選択的に働いたと考えられた。

本研究はこの負荷理論を、ラテラルリティ研究の視点から再検討することを目的とする。ラテラルリティの視点を加えることの意味は、負荷理論における「処理資源」について議論することにある。

負荷理論では多くの注意理論(Kahnemann, 1973; Wickens & Liu, 1988)と同様に、単一の処理資源を想定しているのに対して、ラテラルリティ研究では左右各半球に機能的に独立な処理資源を想定している(Friedman & Polson, 1981; Herdman & Friedman, 1985; Liederman, 1986)。したがって、課題関連刺激を一側半球に投入するよりも左右半球に分けて投入する方が利用可能な処理資源は多くなると考えられる(Banich, 1998)。さらに課題関連刺激が投入される半球がその処理に優位な半球か否かは、消費される処理資源量の多寡を左右すると考えられる。つまり課題関連刺激が課題関連処理に優位な半球に投入されれば、使用される処理資源は少ないと考えられるのである。さらに課題状況のようなトップダウン的な要因が脳半球の活性化を左右するというラテラルリティの力動的過程モデル(Cohen, 1983; Kinsbourne, 1970)に依拠すれば、活性化が大きい半球に課題関連刺激が投入されればより少ない処理資源での効率的な処理が可能とも考えられる。

実験1では図1に示すように、負荷理論の実証に使用されているフランカーパラダイムを応用して、知覚的負荷が操作された課題関連文字列(以下、文字列)を一側視野に、ディストラクターを両半球に冗長に投入するため凝視点付近に呈示する。第1の目的は、文字列が一側半球に投入された事態での負荷理論の妥当性について検討することである。第2の目的は、文字列の呈示視野と適合性効果の関連性について検討することである。

2. 実験1

本実験では、ターゲットとノイズの類似性を変え、3文字(ターゲットとノイズ2文字)からなる知覚的負荷の異なる文字列を2種類(高負荷、低負荷条件)用意した。さ

らにその文字列は左視野、あるいは右視野に呈示された。文字列と同時にディストラクターは凝視点の上あるいは下に呈示され、ターゲットとディストラクターの適合性が操作された(一致、不一致条件)。

負荷理論に従えば、高負荷条件では全体の成績は低下し(反応時間の延長、並びに誤答率の増大)、適合性効果は小さくなるのに対して、低負荷条件では全体の成績は上昇し(反応時間の短縮、並びに誤答率の低下)、適合性効果は大きくなることが予想された。さらにこの傾向は、呈示された文字列が言語刺激であり、探索課題が左半球優位性を示すこと(Kingstone, Enns, Mangun, & Gazzaniga, 1995)を考え合わせると、ターゲット同定の右視野優位性が、顕著になることが予想された。

2.1 方法

2.1.1 実験参加者

実験参加への同意書に署名を得た右手利き大学生・大学院生16名(女性12名、男性4名;年齢M=24.0歳、SD=3.4)が実験に参加した。実験への報酬として500円相当が渡された。利き手の判定にはH.N. きき手テスト(八田・中塚, 1975)が使用された。いずれの実験参加者も視覚機能に異常は認められなかった。

2.1.2 刺激

ターゲット並びにディストラクターとしてMSPゴシックフォントで作成したアルファベットの"N"、"X"を使用した。ノイズ刺激としてMSPゴシックフォントで作成したアルファベットの"O"、"F"、"H"、"T"を使用した。刺激の大きさは、"O"、"T"は視角にして縦.77°×横.62°であり、"F"、"H"、"N"、"X"は視角にして縦.77°×横.46°であった。また凝視点として"+"(縦.46°×横.46°)を用いた。いずれの刺激も黒色で作成され、画面背景は白色であった。ターゲット1文字とノイズ2文字からなる文字列が2種類用意された。1つは高負荷条件の文字列でターゲットと"F"、"H"、"T"のうちの2文字から構成された。低負荷条件の文字列は、ターゲットと"O"2文字から構成された。各文字列内のターゲット、ノイズの位置はランダムで

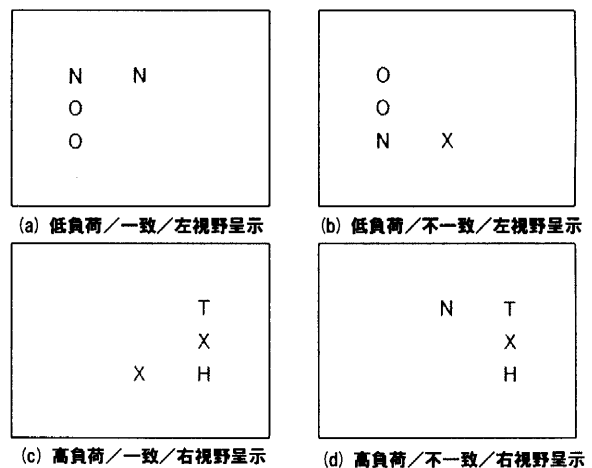


図1: 実験1における刺激呈示例

あった。

図1に示すように文字列は、左視野あるいは右視野に同じ頻度で呈示され、画面中心の凝視点を通る垂直子午線から左右水平方向に 2.1° の位置に垂直に配列されるように呈示された。文字列における文字間の間隔は、 1.0° であった。ディストラクターは、凝視点を通る垂直子午線上に呈示され、凝視点から上方あるいは下方 1.0° に位置した。

2.1.3 装置

PCと17インチXGAモニタによって刺激を呈示した。刺激呈示の制御、並びに反応の記録は、Cedrus社製のSuperLab Pro for Windows Version 2.04によって行った。反応キーはCedrus社製のRB-730であった。

2.1.4 要因計画

知覚的負荷(高負荷/低負荷)、適合性(一致/不一致)、並びに呈示視野(左視野/右視野)の3要因被験者内計画で行われた。

2.1.5 手続き

実験は個別に行った。参加者は、画面から37 cmの距離に顔面固定台で頭部を固定され、実験中は画面中心を凝視するように強く求められた。課題遂行中に画面中心を凝視することは実験の目的上重要であること、凝視が出来てない試行は無効な試行となることを、各ブロックの直前に教示した。

1試行はまず、チャイム音とともに画面中央に凝視点"＋"が800 ms間呈示され、次にターゲット1文字とノイズ2文字からなる文字列とディストラクター1文字が180 ms間同時に呈示された。参加者の課題は、左、あるいは右視野に呈示される文字列の中に1つだけ含まれるターゲット文字が"N"か"X"かをできるだけ速く、できるだけ正確に判断することであった。さらに、画面中心付近に呈示される文字は無視するように強く求められた。反応ボタンは体の正面に、画面に対して垂直になるように配列された。反応は各ターゲット文字に対応したキーを右手、あるいは左手の人差し指もしくは中指で押すことによって行われた。反応手および反応指は参加者間でカウンターバランスがとられた。反応は刺激呈示消去後1500 msまで記録された。

刺激の組合せは、文字列の種類(高、低)×文字列の呈示視野(左、右)×ターゲットとディストラクターの適合性(一致、不一致)×ターゲットの種類("N"、"X")×ターゲットの位置(上、中、下)の48試行であった。このブロックを10ブロック本試行(480試行)として実施した。本試行の前に48試行の練習を行った。反応の正誤および刺激呈示から参加者の反応までの時間を1 ms単位でコンピュータが記録した。

2.1.6 集計・分析

参加者個々に、実験条件ごとの正答に要した反応時間の平均を算出した。ただし250 ms以下の反応は外れ値とし分

析から除外した。外れ値は全体の0.1%未満であった。実験参加者の個々の正答に要した反応時間の平均と誤答率を使って知覚的負荷、適合性、呈示視野を要因とした3要因分散分析を実施した。

2.2 結果

図2には各実験条件における正答に要した反応時間の平均を示している。表1には誤答率の平均とSDが示されている。

2.2.1 反応時間の分析

知覚的負荷($F(1, 15) = 265.19, p < .001, \eta_p^2 = .95$)、並びに適合性($F(1, 15) = 73.11, p < .001, \eta_p^2 = .83$)の主効果が認められた。このことから反応時間は、低負荷条件(612 ms)の方が高負荷条件(725 ms)よりも短いこと、一致条件(630 ms)の方が不一致条件(706 ms)よりも速いことが明らかとなった。視野の主効果は見られなかった($F(1, 15) = 1.12, ns$)。

知覚的負荷と適合性の交互作用が認められた($F(1, 15) = 8.59, p < .05, \eta_p^2 = .36$)。この交互作用は、低負荷条件(83 ms)の適合性効果が高負荷条件(69 ms)のそれよりも大きいことの反映であった。その他の1次、並びに2次の交互作用は見られなかった。

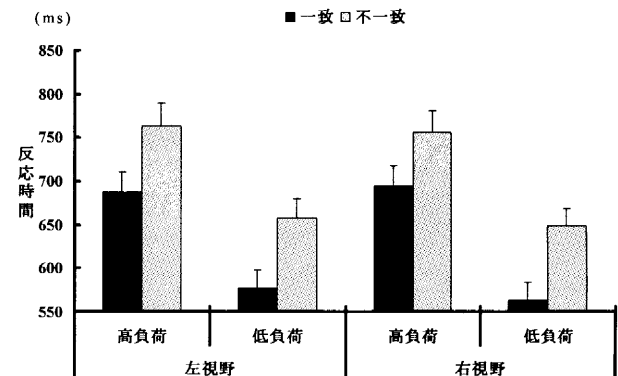


図2: 各実験条件における平均反応時間(バーは標準誤差)

表1: 各実験条件の誤答率の平均とSD

	一致		不一致	
	左視野	右視野	左視野	右視野
高負荷	.058 (.043)	.053 (.056)	.093 (.063)	.078 (.060)
低負荷	.028 (.032)	.020 (.019)	.047 (.033)	.034 (.049)

() 内はSD

2.2.2 誤答率の分析

主効果の結果より、反応時間同様、低負荷条件(3.2%)の成績が高負荷条件(7.1%)よりも優れること($F(1, 15)$)

= 16.07, $p < .01$, $\eta_p^2 = .52$), 適合性効果が認められること ($F(1, 15) = 6.68, p < .05$, $\eta_p^2 = .31$: 一致条件 4.0% vs. 不一致条件 6.3%), 視野差がないこと ($F(1, 15) = 1.67, ns$) が明らかとなった。

交互作用はいずれも見られなかった。

2.3 考察

結果は概ね、負荷理論を支持するものであった。知覚的負荷が低い条件には、反応時間、誤答率ともに高負荷条件よりも成績が上昇した。同時に反応時間の結果から、適合性効果は低負荷時に高負荷時よりも大きくなった。このパターンは、これまでの負荷理論を支持する一連の結果と同じであった。このことより、課題関連文字列を一側視野に呈示し、一側半球に投入した事態の選択的注意の働きにおいても、負荷理論は適用できることが示唆された。

しかしながら予想に反して、この適合性効果の負荷による変動は呈示視野によって影響は受けなかった。これまでの言語材料認知の左半球優位性 (八田, 2003) や視覚探索の左半球優位性 (Kingstone et al., 1995) に依拠すれば、文字列が右視野に呈示されたときに成績が上昇することが予想された。しかし本実験の結果において、半球優位性は認められなかった。さらに呈示視野が適合性効果に影響することも、知覚的負荷の高低と適合性効果の関係に影響することもなかった。

なぜ予想された文字探索における左半球優位性が見られなかったのだろうか？

1つの可能性には、課題の容易性がラテラルリティの出現をもたらさなかったことがあげられる。相対的なラテラルリティを前提とした考え方に依拠すれば、本実験の課題は右半球での処理も十分可能であったのかもしれない。Kingstone et al. (1995) においては、視覚探索課題の難易度を変えて健常者に実施したところ、難易度が高い課題では左半球優位性を示したが、容易な課題では右半球の成績が上昇し、左右差が見られなかったことを報告している。

2つ目の可能性には呈示時間 (180 ms) が比較的長いことによって視野差が相殺されたことが挙げられる。すなわち、文字列、並びにディストラクターの呈示時間が長いと、呈示中に注意の移動が生じ、一側半球に情報が入力される統制が不完全で、視野差を消した可能性も考えられる。今回の呈示時間 (180 ms) は、凝視点への固視は保証できる時間ではあるものの、注意のスポットライトの移動が可能である時間であるともいえる。これまでの行動指標 (Posner & Cohen, 1984)、および生理指標 (Woodman & Luck, 1999) の知見より、あるポイントから別のポイントへの注意の自動的な移動は 150 ms は必要であることが明らかとなっている。そのため、文字列、並びにディストラクターを 150 ms 間以下で呈示すれば、それらが呈示されている間は注意の移動は生じないと考えられる。

3つ目の可能性は、ラテラルリティの力動的過程モデルを考慮すると、実験1の課題状況が必ずしも左半球の活性化をもたらしていたとはいえない点である。本実験の高負荷

条件においては、文字列の探索に継列的方略がとられ、低負荷条件ではターゲットが POP OUT する可能性もあり並列的処理方略がとられることも考えられた。並列的処理は右半球に特異的であること (Cohen, 1973; Donnelly & Wilkinson, 1999) を考え合わせると、課題実施中の低負荷条件の存在が右半球の活性化を高め、全体的な左半球の活性化を低減したとも考えられる。

4つ目の可能性は、中心付近に呈示されたディストラクターに対するフィルタリングコスト (Kahneman, Treisman, & Burkell, 1983) のラテラルリティへの影響である。今回の適合性効果量は周辺視野にディストラクターを呈示したフランクパーラダイムよりも非常に大きいものであった。この理由について Beck & Lavie (2005) は、凝視点上にディストラクターを呈示した6つの実験で得た知見を通じて次のように主張している。中心付近に呈示される刺激が優先的に処理されるため、無視すべきディストラクターの活性化レベルが上がる。したがってそれを抑制するためには相当なコスト (フィルタリングコスト) がかかり、適合性効果が増大するというのである。ただし重要なことには、Beck & Lavie (2005, Experiment 1 & 2) ではディストラクターが周辺呈示、凝視点上に呈示されても負荷と適合性効果の関係には変化がないことが実証されており、フィルタリングコストは負荷理論で扱う処理資源とは独立であることが示唆されている。しかしながら、このように大きなフィルタリングコストによる処理時間の延長がラテラルリティに影響し、視野差を見えなくしている可能性は残されている。

左半球優位性を示さなかった以上の理由を考慮して、実験2では実験1のデザインを改良し、文字列の呈示視野と適合性効果の間の関係について再検討する。

3. 実験2

本実験は実験1を改良し、文字列の呈示視野と適合性効果との関係について再検討することであった。主な改良点は以下の3点であった。

1つ目は、呈示時間を 100 ms 間に短縮する点であった。このことによって注意の移動の可能性は実験1の事態より低減されると考えられた。2点目は、低負荷条件を除いて高負荷条件だけにした点であった。先にも述べたように左半球の優位性が顕著である継列的処理だけが関与する課題にすることによって、左半球の活性化をより顕著にするためであった。

3点目はフィルタリングコストを低減させるために、"同オブジェクト効果 (same object advantage)" を応用する点であった。注意機能の一側面を示すものとしてオブジェクトベースの注意が存在することが知られている (Egley, Driver, & Rafal, 1994; 菅沼・横澤, 2003)。同オブジェクト効果とは、注意がオブジェクトに向く性質があるため、同一オブジェクトを媒介とした反応は促進することをいう。実験2では、文字列、並びにディストラクターと同時に図3に示すような三角形を呈示し、文字列とディストラクターが三角形内に存在する条件 (オブジェクト内条件) と

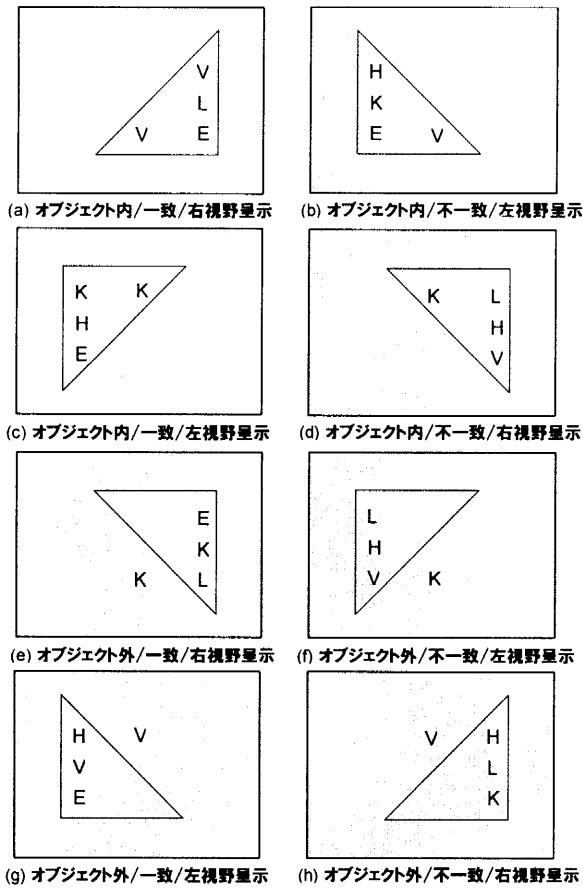


図3：実験2における刺激呈示例

三角形内に文字列だけが存在する条件(オブジェクト外条件)を設定する。同オブジェクト効果に従えば、オブジェクト内条件ではオブジェクト内にある文字列の処理が促進するのに対して、オブジェクト外条件ではディストラクターは同一オブジェクト内にないため、処理は促進されないと考えられた。特に今回のフランカーパラダイムで同オブジェクト効果を考えると、オブジェクト内での情報処理が促進されると同時に、オブジェクトの外にある情報は効率的に排除できることも充分考えられる。したがってオブジェクト外条件ではディストラクターに対するフィルタリングコストは低減し、ディストラクターを初期選択的に排除しやすいことが考えられる。それに比べて、同一オブジェクト内に文字列とディストラクターが存在する事態では、フィルタリングコストの低減はないと考えられた。

以上の実験手続きの改良と文字探索の右視野優位性を考え合わせると次のような結果が予想された。文字探索に優位でない右半球に文字列が投入される左視野呈示条件では、ディストラクターに配分される処理資源が少ないため、フィルタリングコストが低減したオブジェクト外条件ではオブジェクト内条件に比べ、適合性効果が小さくなることが予想された。これに対して、文字探索に優位な左半球に文字列が投入される右視野呈示条件では、ディストラクターに配分される処理資源が比較的多いことから、オブジェクトの適合性効果への影響は、左視野条件よりも小

いか、みられないことが予想された。つまり、フィルタリングコストが低減したオブジェクト外条件でもオブジェクト内条件と同様にディストラクターの処理が進むため、適合性効果量はオブジェクトの条件に関係なく大きいことが予想された。

3.1 方法

3.1.1 実験参加者

実験参加への同意書に署名を得た右手利き大学生・大学院生16名(女性8名、男性8名:年齢 $M=20.7$ 歳、 $SD=1.2$)が実験に参加した。実験への報酬として500円相当が渡された。利き手の判定にはH.N.きき手テスト(八田・中塚, 1975)が使用された。いずれの実験参加者も視覚機能に異常は認められず、実験1には参加していなかった。

3.1.2 刺激

ターゲット並びにディストラクターとしてMSPゴシックフォントで作成したアルファベットの"K"、"V"を使用した。ノイズ刺激としてMSPゴシックフォントで作成したアルファベットの"E"、"H"、"L"を使用した。アルファベット刺激の大きさは、視角にして縦 $.77^\circ$ ×横 $.46^\circ$ であった。また凝視点として"+"(縦 $.46^\circ$ ×横 $.46^\circ$)を用いた。いずれの刺激も黒色で作成され、画面背景は灰色であった。RGB色構成の割合設定(255-0)は、R192、G192、B192であった。ターゲット1個とノイズ("E"、"H"、"L")2個からなる文字列が用意された。文字列内のターゲット、ノイズの位置はランダムであった。

図3に示すように文字列、並びにディストラクターは実験1と同じ刺激配置で呈示された。実験1と異なるのは、図3示す4種類の黒色の直線で描かれた直角二等辺三角形(以下、三角形)のうちの1つが呈示されることであった。4種類の三角形の呈示頻度は同じであった。文字列とディストラクターが三角形内に呈示される呈示条件(オブジェクト内条件)と文字列だけが含まれる呈示条件(オブジェクト外条件)は、同じ頻度で呈示された。4種類の三角形の大きさはすべて同じで、視角にして水平方向に 5.7° 、垂直方向に 5.7° であった。

3.1.3 装置

実験1と同一であった。

3.1.4 要因計画

オブジェクト(オブジェクト内/オブジェクト外)、適合性(一致/不一致)、並びに呈示視野(左視野/右視野)の3要因被験者内計画で行われた。

3.1.5 手続き

実験は個別に行った。参加者は、画面から37cmの距離に顔面固定台で頭部を固定され、実験中は画面中心を凝視するように強く求められた。課題遂行中に画面中心を凝視することは実験の目的上重要であること、凝視が出来てな

い試行は無効な試行となることを、各ブロックの直前に教示した。

1 試行はまず、チャイム音とともに画面中央に凝視点(“+”)が800 ms間呈示され、次にターゲット1文字とノイズ2文字からなる文字列とディストラクター1文字、さらに三角形が100 ms間同時に呈示された。参加者の課題は、左、あるいは右視野に呈示される文字列の中に1つだけ含まれるターゲット文字が“K”か“V”かをできるだけ速く、できるだけ正確に判断することであった。さらに、画面中心付近に呈示される文字は無視するように強く求められた。また呈示される三角形は課題とは関係ないことも告げられた。反応ボタンは体の正面に、画面に対して垂直になるように配列された。反応は各ターゲット文字に対応したキーを右手、あるいは左手の人差し指もしくは中指で押すことにより行われた。反応手および反応指は参加者間でカウンターバランスがとられた。反応は刺激呈示消去後1500 msまで記録された。

試行の組み合わせは、オブジェクト条件(内、外)×文字列の呈示視野(左、右)×ターゲットとディストラクターの適合性(一致、不一致)×ターゲットの種類(“K”、“V”)×ターゲットの位置(上、中、下)×ディストラクターの位置(上、下)の96試行あり、それをランダムに2つにわけ、48試行からなる2種類のブロックを作成した。各ブロックを5回ずつ計10ブロック本試行として実施した。本試行の前に48試行の練習を行った。反応の正誤および刺激呈示から参加者の反応までの時間を1ms単位でコンピュータが記録した。

3.1.6 集計・分析

参加者個々に、実験条件ごとの正答に要した反応時間の平均を算出した。正答に要した試行の反応時間はすべて250 ms以上であったため、すべて分析対象とした。実験参加者の個々の正答に要した反応時間の平均と誤答率を使ってオブジェクト、適合性と呈示視野を要因とした3要因分散分析を実施した。

3.2 結果

図4は各実験条件における反応時間の平均を示している。また表2には各実験条件の誤答率の平均とSDを示している。

3.2.1 反応時間

オブジェクト ($F(1, 15) = 8.08, p < .05, \eta_p^2 = .35$)、適合性 ($F(1, 15) = 12.00, p < .01, \eta_p^2 = .44$)、呈示視野 ($F(1, 15) = 46.68, p < .001, \eta_p^2 = .76$)、何れの主効果も認められた。これらのことから、オブジェクト外条件(639 ms)の方がオブジェクト内条件(654 ms)よりも、一致条件(625 ms)の方が不一致条件(667 ms)よりも、右視野呈示条件(610 ms)の方が左視野呈示条件(683 ms)よりも、それぞれ反応が速いことが明らかとなった。

オブジェクトと適合性の交互作用も有意となった ($F(1,$

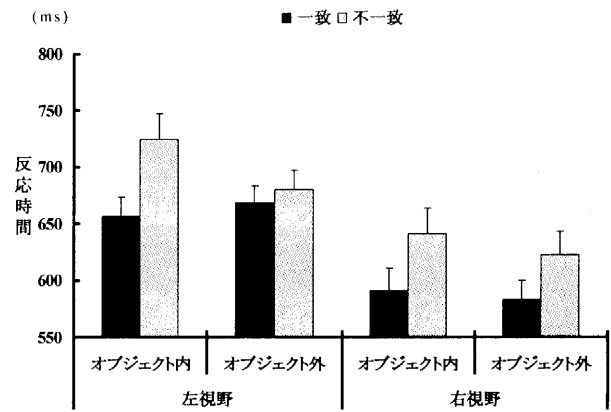


図4: 各実験条件における平均反応時間(バーは標準誤差)

表2: 各実験条件における誤答率の平均とSD

	一致		不一致	
	左視野	右視野	左視野	右視野
オブジェクト内	.095 (.064)	.042 (.033)	.133 (.070)	.060 (.044)
オブジェクト外	.067 (.041)	.018 (.021)	.094 (.075)	.049 (.047)

() 内はSD

15) = 21.59, $p < .001, \eta_p^2 = .59$)。この交互作用はオブジェクト要因の各条件における単純主効果の検定より、オブジェクト内条件では顕著な適合性効果(59 ms)が見られたが ($F(1, 30) = 21.43, p < .001$)、オブジェクト外条件では適合性効果(26 ms)は有意ではなかった ($F(1, 30) = 4.08, p = .053$) ことの反映であったと考えられた。

さらに重要なことに、2次の交互作用が認められた ($F(1, 15) = 13.68, p < .05, \eta_p^2 = .48$)。そこでこの交互作用について詳細に検討するために、呈示視野要因の条件ごとに、オブジェクトと適合性の単純交互作用、さらに単純・単純主効果の検定を行った。その結果、左視野呈示条件では単純交互作用が有意で ($F(1, 30) = 35.19, p < .001$)、これはオブジェクト内条件で適合性効果(68 ms)がみられたが ($F(1, 60) = 25.95, p < .001$)、オブジェクト外条件では適合性効果(11 ms)が見られない ($F(1, 60) = .75, ns$) ことの反映であると考えられた。これに対して右視野呈示条件ではオブジェクトと適合性の単純交互作用は見られず ($F(1, 30) = 1.11, ns$)、オブジェクト内条件 ($F(1, 60) = 13.98, p < .001$)、オブジェクト外条件 ($F(1, 60) = 8.92, p < .01$) に関係なく同程度に適合性効果(オブジェクト内条件 50 ms: オブジェクト外条件 40 ms)が認められることが明らかとなった。

3.2.2 誤答率

主効果の結果は反応時間の結果と同様であった(オブジェクト $F(1, 15) = 24.41, p < .001, \eta_p^2 = .62$: 適合性 $F(1, 15) = 13.32, p < .01, \eta_p^2 = .47$: 呈示視野 $F(1, 15) = 14.91, p <$

.01, $\eta_p^2 = .50$)。オブジェクト外条件 (5.7%) の方がオブジェクト内条件 (8.3%) よりも、一致条件 (5.5%) の方が不一致条件 (8.4%) よりも、さらに右視野呈示条件 (4.2%) の方が左視野呈示条件 (9.7%) よりも、それぞれ誤答率が低かった。すべての交互作用は認められなかった。

3.3 考察

右視野 (左半球) 優位性が顕著に観察されるような事態を設定し、文字列の呈示視野と適合性効果の関連性について検討することが本実験の目的であった。

予想されたように、反応時間、並びに誤答率において顕著な右視野優位性が認められた。これは言語材料認知 (八田, 2003; Springer & Deutsch, 1998)、継時的探索 (Kingstone et al., 1995)、並びにそのような課題状況での半球活性化 (Cohen, 1983; 西村・吉崎, 印刷中) における、左半球優位性を考慮すると整合的に解釈できた。負荷理論をこの事態に適用すれば、文字列からの文字探索において左半球優位性が見られる場合、文字列が左半球に投入されたときには、右半球に投入されるときに比べ、少ない処理資源が消費されたと推察された。

また今回の結果から、オブジェクト外条件の方がオブジェクト内条件よりも遂行成績が高いことが明らかとなった。これは、オブジェクトの外にディストラクターが存在する場合のフィルタリングコストが低減したことを示唆したといえよう。さらにこのことは、適合性効果がオブジェクト内条件だけに認められ、オブジェクト外条件では見られなかったこと (オブジェクトと適合性の交互作用) から整合的に解釈できた。つまり、オブジェクト外条件ではフィルタリングコストの低減と同オブジェクト効果が相乗的に働き、ディストラクターが初期選択的に排除されたと推察された。オブジェクト内条件では、同オブジェクト効果により文字列並びにディストラクターの処理効率が上昇し、ディストラクターの処理が初期選択的に排除されにくくなり適合性効果が大きくなったと推察された。

さらに今回重要なことは、オブジェクトと適合性効果の関係が、文字列が投入される半球によって変わることであった。右半球に投入された場合は、適合性効果はオブジェクト内条件だけで見られ、オブジェクト外条件で適合性効果は見られなかった。これに対して左半球に文字列が投入された場合は、オブジェクトの有無にかかわらず適合性効果は顕著に認められた。この結果は、各半球で独立して存在すると仮定される処理資源が視覚探索に使用された量とオブジェクトベースの注意によって整合的に解釈できる。

視覚探索処理に優位な左半球は、文字の探索、同定に使用される処理資源は少ないため、処理資源は比較的多く残されていると考えられた。したがって、残された処理資源でディストラクター処理が十分に行われ、ディストラクターは初期選択に排除されにくかったと考えられた。ディストラクターが十分に処理されたため、オブジェクトによってディストラクターを文字列を分離した事態において

も、ディストラクターを効率的に排除することができなかったと推察された。これに対して、視覚探索処理に相対的に優れていない右半球に文字列が呈示された場合は、文字の探索、同定に使用される処理資源は比較的多くなるため、残された処理資源は少ないため、ディストラクターは十分に処理されなかったと考えられた。これに加えて、オブジェクトによってディストラクターが排除されやすいオブジェクト外条件で、ディストラクターは初期選択的に排除されたと推察された。

4. 総合考察

本研究の目的は、左右半球に独立した処理資源を想定して負荷理論の再考を試みることであった。

実験1では、一側視野だけに文字列を呈示した事態でも選択的注意は負荷理論で説明できるような働きをすることを明らかにした。つまり負荷の低い時には、負荷の高い時よりも全体の成績は高く、適合性効果もより大きくなった。これは、負荷の低いときにはディストラクターは初期選択的に排除されにくかったと考えられた。この結果は、これまでの知覚的負荷と適合性の関連性を検討した研究結果 (Beck & Lavie, 2005; Lavie, 1995; Lavie & Cox, 1997) と整合的であった。

それでは課題関連刺激は、課題関連刺激が投入された半球が有する処理資源によって処理されたのだろうか。それとも左右両半球の処理資源が利用されたのであろうか。何れの解釈でも今回の結果は整合的に説明できる。しかし、ラテラルティ研究、特に半球間相互作用のこれまでの研究によれば、前者の考え方が妥当であろう。

例えば、Friedmanらのグループ (Friedman & Polson, 1981; Herdman & Friedman, 1985) は、左右各半球の処理資源は独立しており、それぞれの半球だけで利用されると主張している。最近の半球間相互作用研究では、左右半球は並行して情報を処理していることが示唆されている (Banich, 1998; Yoshizaki, Weissman, & Banich, 2007)。このことは左右各半球が独立した処理資源を有していることを示唆している。また Nishimura & Yoshizaki (in preparation) は、本研究同様に凝視点の上下に呈示されたディストラクターを無視しながら、3文字から構成される2つの文字列からターゲットを探索する課題を実施した。2つの文字列は一側視野、あるいは左右各視野に1つずつ呈示 (両視野呈示) され、呈示方法と適合性効果の関連性に注目した。その結果、一側視野呈示よりも、両視野呈示の方が適合性効果が大きくなった。つまり、課題関連文字列を左右半球に呈示することによって利用可能な処理資源が増加し、そのことによってディストラクターに配分される処理資源が増大し、両視野条件での適合性効果の増大につながったと推察されるのである。

実験2の知見は、負荷理論に新たな視点を提供したという意味で重要である。これまでの負荷理論では処理資源を複数のものとしてとらえる視点はなかったが今回得られた知見から、処理資源を左右各半球に想定し、さらに情報に

対する処理効率の半球優位性を想定して処理資源を考えることで、負荷の選択的注意への影響についてよりよく説明できることを示唆している。実験2では、左半球での処理効率が高い課題を使って、このことを明らかにした。今後、右半球での処理効率が高い課題を使い、今回得られた知見を検証する必要があるだろう。

引用文献

- Banich, M. T. (1998). The missing link: The role of interhemispheric interaction in attentional processing. *Brain and Cognition*, 36, 128-157.
- Beck, D. M., & Lavie, N. (2005). Look here but ignore what you see: Effects of distractors at fixation. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, 31, 592-607.
- Broadbent D. E. (1958). *Perception and communication*. London: Pergamon Press.
- Cohen, G. (1973). Hemispheric difference in serial versus parallel processing. *Journal of Experimental Psychology*, 97, 349-356.
- Cohen, G. (1983). *The psychology of cognition (2nd edition)*. London: Academic Press.
- Deutsch, J. A., & Deutsch, D. (1963). Attention: Some theoretical considerations. *Psychological Review*, 70, 80-90.
- Donnelly, N., & Wilkinson, D. (1999). Searching for targets in left and right visual fields. *Brain and Cognition*, 40, 104-108.
- Egley, R., Driver, J., & Rafal, R. D. (1994). Shifting visual attention between objects and locations: Evidence from normal and parietal lesion subjects. *Journal of Experimental Psychology: General*, 123, 161-177.
- Friedman, A., & Polson, M. C. (1981). Hemispheres as independent resource system: Limited-capacity processing and cerebral specialization. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, 7, 1031-1058.
- 八田武志 (2003). 脳のはたらきと行動のしくみ 医歯薬出版.
- 八田武志・中塚善次郎 (1975). きき手テスト作成の試み 大野晋一(編) 大西憲明教授退任事業論文集 大阪市立大学心理学研究室 25年のあゆみ pp. 224-247.
- Herdman, C. M., & Friedman, A. (1985). Multiple resources in divided attention: A cross-modal test of the independence of hemispheric resources. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, 11, 40-49.
- Kahnemann, D. (1973). *Attention and effort*. Englewood Cliffs, NJ: Prentice-Hall.
- Kahneman, D., Treisman, A., & Burkell, J. (1983). The Cost of visual filtering. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, 9, 510-522.
- Kingstone, A., Enns, J. T., Mangun, G. R., & Gazzaniga, M. S. (1995). Guided visual search is left-hemisphere process in split-brain patients. *Psychological Science*, 6, 118-121.
- Kinsbourne, M. (1970). The cerebral basis of lateral asymmetries in attention. *Acta Psychologica*, Amsterdam, 33, 193-201.
- Lavie, N. (1995). Perceptual load as a necessary condition for selective attention. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, 21, 451-468.
- Lavie, N. (2005). Distracted and confused? Selective attention under load. *Trends in Cognitive Sciences*, 9, 75-82.
- Lavie, N., & Cox, S. (1997). On the efficiency of visual selective attention: Efficient visual search leads to inefficient distractor rejection. *Psychological Science*, 8, 395-398.
- Liederman, J. (1986). Subtraction in addition to addition: Dual task performance improves when tasks are presented to separate hemispheres. *Journal of Clinical and Experimental Neuropsychology*, 8, 486-502.
- 西村律子・吉崎一人 (印刷中). 大域および局所情報処理が半球間相互作用に及ぼす影響 心理学研究, 78(5).
- Nishimura, R., & Yoshizaki, K. (in preparation). Selective attention and within/across-fields presentation.
- Posner, M. I., & Cohen, Y. (1984). Components of visual orienting. In H. Bouma & D. G. Bouwhuis (Eds.), *Attention and performance X: Control of language processes*. Hillsdale, NJ: Erlbaum. pp. 531-556.
- Springer, S. P., & Deutsch, G. (1998). *Left brain, right brain (5th edition)*. New York: W. H. Freeman and Company.
- 菅沼陸・横澤一彦 (2003). 視覚的注意とオブジェクト性 心理学評論, 46, 527-542.
- Wickens, C. D., & Liu, Y. (1988). Codes and modalities in multiple resources: A success and a qualification. *Human Factors*, 30, 599-616.
- Woodman, G. F., & Luck, S. J. (1999). Electrophysiological measurement of rapid shift of attention during visual search. *Nature*, 400, 867-869.
- 八木善彦・熊田孝恒・菊地正 (2004). 注意の初期選択説・後期選択説を巡る研究動向—注意の負荷理論を中心として— 心理学評論, 47, 478-500.
- Yoshizaki, K., Weissman, D. H., & Banich, M. T. (2007). A hemispheric division of labor aids mental rotation. *Neuropsychology*, 21, 326-336.

追記

本研究は平成18年度(～20年度)科学研究費補助金(基盤研究(C):課題番号18530575:研究代表者 吉崎一人)、並びに愛知淑徳大学研究成費(研究代表者 吉崎一人)の補助を受けた。また本論文の実験2は、第3著者が愛知淑徳大学コミュニケーション学部へ提出した卒業研究を再分析したものである。

(受稿:2007年9月26日 受理:2007年10月8日)