

両眼視野闘争下における言語認知のプライミング効果 Priming effect on lexical decision under binocular rivalry

城戸楓, 牧岡省吾
Kaede Kido[†], Shogo Makioka[‡]

[†]大阪府立大学 人間社会学研究科 人間科学専攻, [‡]大阪府立大学 人間社会学部
Department of Human Sciences, Osaka Prefecture University, Osaka Prefecture University
kido@hs.osakafu-u.ac.jp

Abstract

Binocular rivalry is a bistable perception that occurs when each eye is shown a dissimilar stimulus. Zimba & Blake (1983) has shown that suppressed prime never elicit semantic priming in lexical decision.

In this study, we investigated the effect of semantic priming and repetition priming on lexical decision task under binocular rivalry. As result, when the prime was presented on the suppressed eye, semantic priming had no effect, however, repetition priming occurred.

The visual information from the suppressed eye is processed in the primary visual cortex (Buchert et al., 2002). Our result indicated that the information on the shape of words in the primary visual cortex was enough to invoke repetition priming.

Keywords — Binocular rivalry, repetition priming, semantic priming

本研究では、両眼視野闘争下におけるプライミング効果について検討した。両眼視野闘争とは Wheatstone (1838) によって初めて体系的な研究が行われた、両眼間で起こる知覚交替現象である[1]。両眼視野闘争を用いて Zimba & Blake (1983) は単語認知に関する検討を行った[2]。

Zimba & Blake (1983) の実験では、先行刺激が瞬間提示された後にターゲット語が単語か非単語かを判別させる語彙判別課題を用いて、プライミング効果が起きるかどうかを検討された。またこのときの先行刺激にはターゲット語と意味的に関連のある語が用いられ、語彙判別の反応時間が早くなるかどうかを検討された。このようなプライミング効果は一般的に意味プライミングと呼ばれる。この実験の結果、優位眼に先行刺激が提示されれば意味プライミングが起こるが、抑制眼に提示された場合には起こらなかった。

しかし、Zimba & Blake (1983)の実験ではプラ

イミング効果が意味プライミングのみに限られており、反復プライミングに関しては検討されていない。反復プライミングとは、先行刺激がターゲット語と全く同一の場合に起こるプライミング効果を指す。Buchert et al. (2002)[3] や Lumer et al. (1998)[4] の fMRI を用いた実験では抑制眼側の情報は V1 まで処理されていることが明らかとなった。V1 ではハイパーコラム構造による形態処理が行われている。このことから、抑制眼側の意味的な情報を持っていない状態の単語でも、形態の水準で何らかのプライミング効果を及ぼす可能性が考えられる。

両眼視野闘争時の反復プライミングについて、Cave et al. (1998) は画像刺激に対するネーミング課題を用いて、先行刺激がターゲット刺激と同一であっても反応時間に有意な差は見られない、つまり反復プライミングは視野闘争時における抑制下では起こらないことを示した[5]。Cave et al. (1998) はこのことから、画像を用いたプライミングでは意識的な識別が可能なフルプロセスの場合にのみプライミングが引き起こされ、その画像が両眼視野闘争によって早期に抑制されると、プライミングは起こらないとした。しかし言語刺激を用いた場合には閾下の反復プライミングは起こるとされている (e.g. McCormick et al., 2008 [6])。このため、Cave et al. (1998) のフルプロセスでのみプライミングが起こるという主張は否定される。また Cave et al. (1998) が実験で設定したプライミングは、全試行の先行刺激を提示した後、三分間のインターバルを取ってターゲット語の提示を行うという長期のプライミングに関する研究であり、それぞれの先行刺激提示後に短時間の間

を挟んでそれぞれターゲット語を提示する即時のプライミングではない。

以上のことから本研究では、Zimba & Blake (1983)の行った実験を、日本語刺激を用いて追試するとともに、反復プライミングについて検討した。

1. 方法

被験者：正常視力を持つ大学生及び大学院生 39 名(男性 7 名：女性 17 名，年齢は 19 歳～41 歳：平均 22.6 歳)。このうち、右利きが 37 名，左利きは 2 名。実験の目的は前もって知らされていなかった。また結果の分析にあたっては、正反応の平均時反応間が 1 秒を超えた被験者 3 名については分析から除外し，残りの 36 名を分析の対象とした。

刺激：二文字熟語からターゲット単語及びペアとなる意味的関連語と無関連語を選定（ターゲット語－意味的関連語－無関連語の一組として 60 ペア）。加えて 36 の非単語を常用漢字からランダムに組み合わせて選出した。また，60 の単語ペアを，意味プライミング(SP)/無関連プライミング(NSP)/反復プライミング(RP)の各条件に割り当て(SP:20, NSP : 20, RP : 20)，各ターゲットをどの条件に割り当ててるのかに関して被験者間でカウンターバランスをとった。またそれぞれのペアには 36 の非単語を同様にそれぞれの条件ごとに割り当てた。非単語のプライム語は，それぞれ非単語の漢字と重複しない熟語をランダムにペアとして当てはめた。また実験で用いられた刺激の視角は $2.5^{\circ} \times 5^{\circ}$ ，輝度は白色が $105.94\text{cd}/\text{m}^2$ ，黒色が $0.806\text{cd}/\text{m}^2$ であった。

手続き：実験開始に際して，被験者はチンレストに顎を乗せて頭を固定され，前方に配置されたステレオスコープを通して CRT ディスプレイ (NANA O Flex Scan 54T) を見る。モニターと眼球との距離は 43cm，モニターの垂直同期周波数は 75Hz であった。

被験者は初めに両眼にそれぞれ提示された凝視点が視覚的に重なるように視野を調整される。次に被験者に画面上に現れる単語の瞬間提示が読め

るか読めないかの判断を 5 度くり返してもらい，抑制眼において単語が読めなくなった時間を測定，その最小値を実験時のプライミング語の提示時間とした（平均：42.67msec. 最小値 13msec，最大値 108msec）。

課題はターゲット語が単語であるかどうかを判別する語彙判別課題だった（図 1. 参照）。実験開始後，モニターにはまず左右共に赤色の十字の凝視点が現れ，キーを押すと左右の眼間で競合する白色の円の中に縦と横の縞が現れる。縞が画面に提示されると，被験者は縦縞が優位となったときにキーを押す。キーを押すと，プライミング語の瞬間提示があり，再び横縞と縦縞がモニターに 1500msec 表示された後，横縞を含む視野の画像が消えて縦縞のみが 1500msec 表示され，縦縞画面にターゲットとなる二文字の漢字が表示される。被験者はそれが単語であるかどうかを，キーを押して判別する。プライムが優位眼に提示される場合を優位眼条件，抑制眼に提示される場合を抑制眼条件とする。また縞は，最終的にターゲット語が提示される縦縞が，右目側に提示される場合と，左目側に提示される場合がある。両眼視野闘争の特性上，被験者はそれらの縞がどちらの眼に提示されているのかについては意識できない。このとき右目側に縦縞が提示される場合を右目提示条件，左目側に提示される場合を左目提示条件とする。

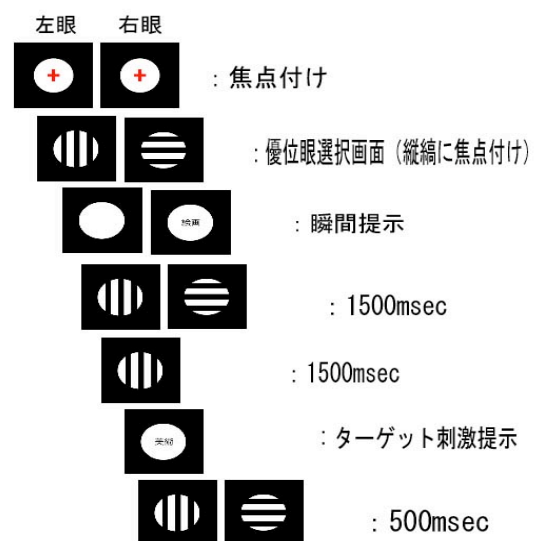


図 1 刺激提示スケジュール
抑制眼提示－左目提示－意味プライミング提示条件

2. 結果

結果は条件ごとの反応時間の中央値について 2(優位性要因: 優位眼提示 / 抑制眼提示) × 2(提示眼: 要因 右眼提示/左眼提示) × 3(プライミング要因: 意味/反復/無関連)の 3 要因で分散分析を行った。なお非単語及び語彙判断の誤答については分析から除外した。分析の結果、各要因において主効果が見られた (優位性: $F(1,35)=7.14, p < .05$, 提示眼: $F(1,35)=14.88, p < .05$, プライミング: $F(2,35)=11.68, p < .05$)。交互作用は有意ではなかった (優位性×提示眼: $F(1,35)=0.60, n.s.$, 優位性×プライミング: $F(2,35)=0.71, n.s.$, 提示眼×プライミング: $F(2,35)=0.14, n.s.$, 優位性×提示眼×プライミング: $F(2,35)=0.14, n.s.$)。また多重比較 (チューキーの HSD 法)の結果, プライミング要因における各条件間で, それぞれの条件間で有意な差が見られた ($p < .05$)。これらの結果はプライミング語が反復条件の場合に反応時間が最も速くなり, 次いで意味条件の場合に速く, 無関連条件が最も遅いという結果を示している。

また各条件において有意なプライミングがあったかどうかを検討する為各条件ごとに片側 t 検定を行った (表 1. 及び, 図 2. 参照)。この結果, 優位眼提示条件において, 意味-無関連条件では右目提示条件のときに有意差があり ($t(35)=1.72, p < .05$), 左目提示条件は有意傾向があった ($t(35)=1.64, p < .1$)。また優位眼提示条件での反復・無関連条件間には左右ともに有意差があった (右: $t(35)=2.19, p < .05$, 左: $t(35)=2.88, p < .001$)。抑制眼提示条件では, 左右の意味・無関連条件間で有意差がなく (右: $t(35)=0.70, n.s.$, 左: $t(35)=0.65, n.s.$), 左右の反復・無関連条件間では有意差があった (右: $t(35)=1.95, p < .05$, 左: $t(35)=3.18, p < .001$)。

表1. 条件ごとの平均反応時間

| | | 意味 | 反復 | 無関連 |
|-----|---|--------------------|--------------------|--------------------|
| 優位眼 | R | 689.93 (126.57) | 671.26 (176.26) | 737.69 (186.34) |
| | L | 734.85 (126.59) | 702.57 (124.05) | 770.01 (150.61) |
| 抑制眼 | R | 724.60 (150.23) | 678.51 (174.45) | 742.19 (186.43) |
| | L | 786.83 (182.59) | 714.93 (139.87) | 805.56 (187.97) |

単位: ミリ秒
()内は標準誤差

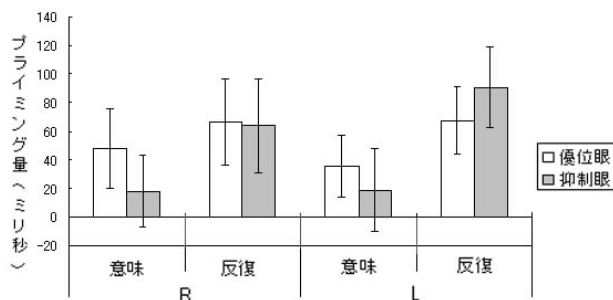


図2 各条件ごとのプライミング量

グラフの y 軸は各要因において, 被験者ごとの無関連条件と意味条件/反復条件間での反応時間の差を合計したもの。誤差棒は反応時間の差の標準誤差。

3. 考察

両眼視野闘争下で抑制眼側に刺激が提示された場合, 意味プライミングが起きなかったことについては, Zimba & Blake (1983)の実験の結果と同じであった。また Zimba & Blake (1983)はこの結果から, 意識されなかった情報は使われないと結論づけたが, それに反して反復プライミングは抑制眼条件でも引き起こされた。このことは意味的な処理を要求するプライミング課題には視覚経路の高次のプロセスを必要とするが, 単純な形態処理だけが要求されるプライミング課題では抑制眼における低次のプロセスによって解決が可能であることを示している。fMRI を用いた研究では, 抑制眼側の情報は一次視覚野まで処理されていることを示されている (e.g., Buchert et al., 2002, Lumer et al., 1998)。また本研究で発生した反復プライミングは, 同条件での意味プライミングが起こっていないことから, 外線条皮質以降の特に高次の領域では処理が行われていないということは明らかである。このことから, 抑制眼条件では意味的な処理が行われると考えられる外線条皮質まで処理が行われていないために意味プライミングは起こらず, 一次視覚野における形態処理の段階で反復プライミングが引き起こされたのではないかと考えられる。

また Cave et al. (1998) の研究では反復プライミングは視野闘争時における抑制下では起こらないことが示された。本研究での結果は Cave et al. (1998)の実験結果とは相反するものである。本実

験と Cave et al. (1998)の実験には以下の点において違いがある。まず始めに、本研究では言語刺激が用いられたのに対して、Cave et al. (1998)の実験では線画が用いられた点である。基本的に縦と横の線によって構成される漢字に対して、線画はより複雑な形態処理を要求するだろう。二つめに、本研究で用いられた課題が語彙判断課題だったのに対して、Cave et al. (1998)の実験ではネーミング課題が用いられていた。一般的にネーミング課題は語彙判断課題よりも難しい。そのため本研究では、より低次のプロセスに関わる抑制眼条件での反応時間の差が大きくなったのではないかと考えられる。最後に、Cave et al. (1998)の実験が全てのプライミング語を提示した後に間隔を置いてターゲット語を提示する長期のプライミングであったのに対して、本研究ではそれぞれのプライミング語の提示後、数秒経過してからターゲット語を提示する即時のプライミングであったことが挙げられる。このことから長期のプライミングは即時のプライミングよりもプライミング効果が小さくなる可能性が示唆される。これは低次でのプライミング効果を引き起こす記憶領域の保持が、短時間で崩壊してしまうことを暗に意味していると言えるだろう。

4. 結論

Schacter et al. (2004) は fMRI を用いた研究を取り上げ、プライミング効果についてのモデルを提案している[7] が、このモデルでは外線状皮質以降でのプライミング効果のみが言及されており、第一次視覚野については触れられていない。しかし今回の実験の結果から、反復プライミングについては、第一次視覚野を含む非常に早期の視覚皮質においてプライミングが生起している可能性が示唆された。また Cave et al. (1998)の実験結果との比較から、長期のプライミングと即時のプライミングではプライミング効果の性質が異なると考えられる。このようにプライミングは先行刺激とターゲットとの関係性によって機序や効果が様々であると考えられ、今後はその点についても検討

が必要であると考えられる。

また、今回の実験は Zimba & Blake(1983) で用いられた実験計画を用いたため、両眼視野闘争下での刺激提示を行った。しかし、両眼視野闘争条件では明確に刺激を抑制できているという保証は出来ない。そのため、今後の研究では、継続的フラッシュサプレッションなど、提示刺激をより強く抑制するための統制条件を用いた追試が必要であると考えられる。

参考文献

- [1] Wheatstone C. (1838). On some remarkable, and hitherto unobserved, phenomena of binocular vision, *Philosophical Transactions on Royal Society of London*, 128, 371-394
- [2] Zimba L. D., Blake R. (1983). Binocular rivalry and semantic processing: Out of sight, out of mind. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, 9, 807-815
- [3] Buchert M., Greenlee M. W., Rutschmann R. M., Kraemer F. M., Luo F., Henning J. (2002). Functional magnetic resonance imaging evidence for binocular interactions in human visual cortex. *Experimental Brain Research*, 145, 334-33.
- [4] Lumer D. Erik, Friston J. Karl, Rees Geraint. (1998). Neural correlates of perceptual rivalry in the human brain. *Science*, 19, 1930-1934
- [5] Cave C. B., Blake R., McNamara T. P. (1998). Binocular rivalry disrupts visual priming. *Psychological Science*, 9, 299-302
- [6] McCormick S. F., Rastle K., Davis M. W. (2008). Is there a 'fete' in 'fetish'? Effects of orthographic opacity on morpho-orthographic segmentation in visual word recognition. *Journal of Memory and Language*, 58, 307-326
- [7] Schacter D. L., Dobbins I. G., Schnyer D. M. (2004). Specificity of priming: A cognitive neuroscience perspective, *Nature, Review, Neuroscience*, 5, 853-862