

# ストループ効果

— 刺激文字の色と意味の符号化に及ぼす刺激間隔時間の効果 —

坂 根 照 文

「赤」, 「あか」あるいは "red" のような色を表わす文字が視覚提示され、その提示色を言う時、文字の提示色と読みとが一致する場合に比べて、提示色と読みとが一致しない——この様な刺激をストループ刺激と呼ぶこともある——場合、命名に要する時間が長く、しかも命名反応に困難が生じる。例えば、文字の「赤」を赤色で提示した場合よりも、「赤」を黄色や緑色など、その言葉の読みとは異なる色で提示した場合、文字の提示色の命名に長い時間を要し、しかも誤反応も多い。これをストループ効果(the Stroop effect)、ストループ現象 (the Stroop phenomenon)、あるいはストループ干渉 (the Stroop interference) という (Stroop, 1935)。ストループ効果について、500編を越える非常に多くの研究が、Stroopの報告以降、現在に至るまで行なわれてきた (Dyer, 1973; MacLeod, 1991)。

ストループ効果を説明する理論は幾つかあるが、それらを2つに分けることができる (MacLeod, 1991)。1つは、複数の反応の葛藤ないしは競合がストループ干渉を起こす考えである。この考えはさらに、反応の相対速度の違いによって競合が起こる説と、反応の自動性 (automaticity) の違いに基づく説とに分けられる。

反応の相対速度の違いによる考えは次のとおりである。文字を提示されたとき、文字の提示色の命名と文字の読みとが同時に、並行して行なわれるが、文字の読み反応の速さは色の命名反応よりも実行速度が速い (Fraisse, 1969)。したがって、顕在反応の実行チャンネルに限度があれば、色の命名反応を行な

おうとしても、文字の読み反応がすでに実行段階にあるので、両反応の競合が起こり、色の命名反応が干渉を受け、その実行が遅くなる (Morton & Chambers, 1973)。

刺激のある属性の処理は、その刺激の他の別の属性の処理よりも、より多くの処理資源が必要であることを、反応の自動性の違いに基づく説は前提にする。長期間の経験をとおして、文字の読みは自動的に (automatic) に、つまり非常に速く、そうしようという意図なしに、注意 (attention) 資源を使用しないで行なわれる (Posner & Snyder, 1975)。一方、色の命名反応はそれほど自動的に行なわれない。色の命名反応はそれほど速く行なわれず、しかもそれを行なうには命名しようという意図や注意資源が必要である。読みを無視して提示色を命名するよう指示されているにもかかわらず、命名反応よりも読み反応が自動的に速く実行され、その結果ストループ効果が起こる。

複数の反応の競合によってストループ効果が起こると考える説に従えば、刺激の知覚から反応の実行までの過程において干渉が起こるのは、一連の過程の後期にあたる反応実行段階になる。これに対して、一連の過程の前期である刺激の符号 (code) 化段階で干渉が生じると主張する説がある (Hock & Egeth, 1970)。これは知覚符号化 (perceptual encoding) 説と呼ばれる。刺激を処理するには刺激が符号化 (encode) されねばならない。ストループ刺激には読みと色との2つの属性があり、各属性が符号化されねばならないが、この符号化の段階で干渉が起こると、この説は考えている。干渉が、読みと色の符号化の段階で生じるのか、読み反応と命名反応の実行段階で起こるのかは論の分かれるところであるが、読みと色との干渉によってストループ効果が生じるという点では、両者は一致している。

表音文字である仮名やアルファベットとは違って、漢字は表音文字であるとともに表意文字でもある。視覚提示された漢字の意味判断のと読み判断とで判断に要した時間に違いはなく (坂根, 1997a; 1997b; 1998)、漢字の意味は、読みのコードを経由してではなく、直接に接近されることが示唆された。また、漢字を読むとは、単に視覚形態の音声化にとどまらず、その意味を抽出する

(海保・野村, 1983)ことであり, 意味を考えないで漢字を読むことは, 現実にはほとんどありえない。そこで, 本研究はストループ刺激での意味と色との相互作用を, 以下の実験をとおして検討した。

## 方 法

**被験者** 愛媛大学の学部学生20名を被験者に用いた。被験者の色覚は, 自己申告により, 正常であり, また, 視力は裸眼視力あるいは矯正視力で, 0.8以上であった。

**実験計画**  $2 \times 2 \times 4$  の要因配置計画であった。第1の要因は刺激文字の「提示色」と刺激文字の「意味」との関係であり, 両者が一致している場合と不一致の場合との2水準を設けた。第2の要因は刺激文字の判断属性の違いで, 刺激文字の「提示色」を判断するか, 刺激文字の「意味」を判断するかの2水準を設けた。第3の要因は刺激文字が提示されてから, 判断すべき属性を示す指示語を提示するまでの刺激間隔時間の違いであり, 20m秒間, 100m秒間, 300m秒間, 700m秒間の4水準を設けた。以上の3要因は全て被験者内変数であった。

**装置** 刺激文字と指示語との提示, および反応時間の測定と記録としては, NEC社製パーソナルコンピュータPC-9801VX, 岩通アイセル社製カラーAVタキストスコープIS-701Cを使用した。AVタキストスコープ・アプリケーション・ソフトMAINを使用して, 提示刺激と実験制御プログラムとを作成した。

**刺激材料** 刺激文字は, 漢字の「赤」と「緑」で, それらはアカ色あるいはミドリ色で提示された。判断すべき属性を示す指示語は, 漢字の「色」あるいは「意味」で, 白色で提示された。刺激文字, および指示語の1文字の大きさは, AVタキストスコープCRT画面上で約2cm×2cmであった。

**手続き** 実験は個別におこなわれた。図1に示したとおり, 各試行は, まずAVタキストスコープCRT画面中央部に凝視点\*が500m秒間提示され, その後500m秒間のブランクをおいて, 刺激文字が100m秒間提示された。その後,

20m秒間, 100m秒間, 300m秒間, 700 m秒間のいずれかの刺激間隔時間において, 指示語が提示された。指示語が「色」の場合は, 直前に提示された刺激文字の提示色がアカであったかミドリであったかを被験者に判断させた。指示語が「意味」の場合は, 刺激文字の意味がアカであったかミドリであったかを判断させた。

「あか」、「みどり」と黒の平仮名で記されたAVタキストスコープの反応キーを被験者が利き手人差し指で押すことによって, 判断を行なわせた。判断をできるだけ速く, しかも正確におこなうよう教示した。

指示語が提示されてから, 被験者が反応キーを押すまでの時間を1m秒単位で測定した。正反応, 誤反応のいずれの場合も, 被験者のキー押し反応によって画面上の指示語は消えた。5秒間の試行間隔時間において次の試行が開始された。なお, 指示語が提示されてから10秒以内に被験者がキー押し反応しない場合は, 指示語は消え, 5秒間の試行間隔時間において次の試行が開始された。

**試行数** 4種類の刺激文字, 2種類の指示語, および4種類の刺激間隔

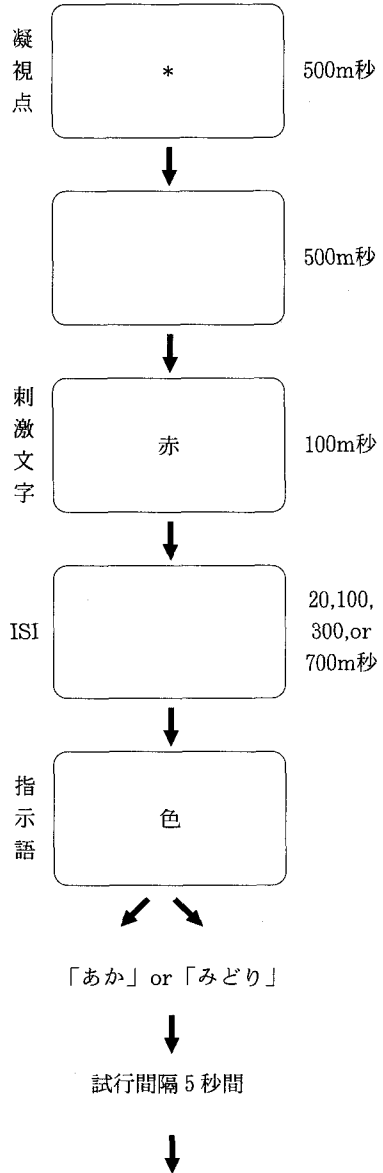


図1 1試行での刺激提示の系列

時間のランダムな組合せによる32試行を1ブロックとし、3ブロック計96試行がおこなわれた。各ブロック間で、被験者に数分間の休憩をとらせた。

本試行に先立って、教示を与えた後、アオ色あるいはキイロで提示された「青」と「黄」とを刺激文字として、8試行の練習試行をおこなった。なお、練習試行での刺激文字と指示語との刺激間隔時間は1秒間のみであった。

## 結 果

**正答率** 正反応だけを、分析の対象にした。正反応率はいずれの条件においても非常に高く、正反応率の総平均は95.6%であった。

条件別では、刺激文字の提示色と意味とが一致している場合、提示色判断での正反応率は99.2%、意味判断でのそれは97.5%であった。提示色と意味とが不一致の場合、提示色判断での正反応率は91.0%、意味判断でのそれは94.8%であった。

各被験者の各条件での平均正反応率を逆正弦変換し、その値に対して、3つ全てが繰り返しの要因である $2 \times 2 \times 4$ の分散分析をおこなった。その結果、刺激文字の提示色と意味との一致、不一致の効果のみが  $F(1, 19) = 20.64$ ,  $MSe = 155.84$ ,  $p < .01$  で有意であった。刺激文字の提示色と意味とが一致している場合に比べてと両者が一致していない場合では、誤反応が多かった。

提示色か意味かの判断すべき属性の違いの効果は  $F(1, 19) < 1.0$  で有意でなく、刺激間隔時間の違いの効果も  $F(3, 57) = 1.41$ ,  $MSe = 106.04$ ,  $p > .05$  で有意でなかった。

**反応時間** 正反応の平均反応時間は次のとおりであった。刺激文字の提示色と意味とが一致している場合、刺激間隔時間が20m秒間、100m秒間、300m秒間、700m秒間において、提示色判断に要した平均反応時間はそれぞれ、481.4m秒(189.2), 444.1m秒(136.7), 409.0m秒(166.9), 391.8m秒(167.7)であった。なお( )内の数値は標準偏差である。また、意味判断での平均反応時間は、それぞれ、467.6m秒(151.6), 449.9m秒(178.8), 441.7m秒(196.9), 421.4

m秒 (160.7)であった。

刺激文字の提示色と意味とが不一致の場合、提示色判断での平均反応時間は、それぞれ、819.2m秒 (147.7), 771.2m秒 (127.1), 729.9m秒 (110.5), 670.7 m秒 (122.0)であった。また、意味判断での平均反応時間は、それぞれ、862.4 m秒 (216.2), 785.0m秒 (129.8), 775.2m秒 (138.4), 751.3m秒 (98.2) であった。各条件ごとの反応時間を図2に示した。

反応時間を逆数変換し、その値に対して、3つ全てが繰り返しの要因である  $2 \times 2 \times 4$  の分散分析をおこなった。その結果、刺激文字の提示色と意味との一致、不一致の効果は  $F(1, 19) = 45.50$ ,  $MSe = 2.90$ ,  $p < .01$  で有意であった。刺激文字の提示色と意味とが一致している場合よりも両者が不一致の場合、判断に長い時間を要した。

提示色か意味かの判断すべき属性の違いの効果は  $F(1, 19) = 3.29$ ,  $MSe =$

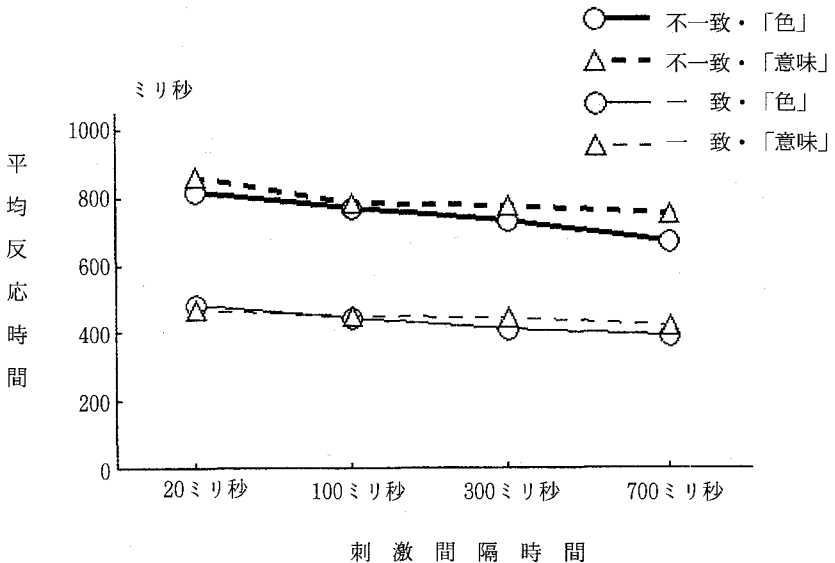


図2 各刺激時間間隔での平均反応時間

一致、不一致は刺激文字の提示色と意味との一致、不一致を、また、「色」、「意味」は色判断、意味判断を示す。

.10,  $p > .05$  で有意でなかった。刺激文字の色を判断する場合と意味を判断する場合とで、判断に要する時間に違いはなかった。

刺激間隔時間の違いの効果は  $F(3, 57) = 13.22$ ,  $MS_e = .17$ ,  $p < .01$  で有意であった。そこで、TukeyのHSD検定により多重比較をおこなった結果、 $HSD = .176$  で刺激間隔時間20m秒での判断は、刺激間隔時間300m秒での判断および700m秒での判断よりも長い時間を要した。また刺激間隔時間100秒では700m秒でも判断に長い時間を要した（すべて $p < .05$ ）。これ以外では平均値間に差はなかった。

刺激文字の提示色と意味の一致、不一致の要因と刺激間隔時間の要因との交互作用のみが  $F(3, 57) = 3.92$ ,  $MS_e = .14$ ,  $p < .05$  で有意であった。この交互作用が有意であったので、単純主効果の検定をおこなったところ、刺激文字の不一致における刺激間隔時間の効果は  $F(3, 114) = 1.93$ ,  $MS_e = .16$ ,  $p > .05$  で有意でなかった。刺激文字の提示色と意味とが不一致の場合、刺激間隔時間の違いによって反応時間に差はなかった。ところが、刺激文字の一致における刺激間隔時間の効果は  $F(3, 114) = 16.09$ ,  $MS_e = .16$ ,  $p < .01$  で有意であった。そこでTukeyのHSD検定により多重比較をおこなったところ、刺激間隔時間20m秒間での判断には、300m秒や700m秒間でのそれより時間がかかった。また、刺激間隔時間100m秒での判断は、700m秒でのそれより長い時間を要した（すべて $p < .05$ ）。これ以外では反応時間に差はなかった。

一致、不一致と判断属性との交互作用は  $F(1, 19) < 1.0$ , 判断属性と刺激間隔時間との交互作用は  $F(3, 57) = 1.95$ ,  $MS_e = .13$ ,  $p > .05$ , また一致、不一致と判断属性と刺激間隔時間との交互作用は  $F(3, 57) < 1.0$  で、すべて有意でなかった。

## 考 察

提示される文字の提示色とその文字の意味とが一致していないストループ刺激か、両者が一致している通常の刺激文字のどちらかを提示した後、ある時間

間隔において、提示された文字の提示色かあるいは意味を判断させた。その結果、提示された文字の色と意味とが一致している場合よりも両者が一致していない場合、提示色を判断するのにより長い時間を要し、また誤りが多かった。提示色を口頭で声に出して言うのではなく、キー押し反応により判断を行なわせた場合もストループ効果が確認された。

ストループ効果が反応実行段階での複数の反応の競合の産物であるならば、口頭反応であるかキー押しであるかの反応の形態がストループ効果の理論に大きな問題を投げかける。キー押しによって反応を行なうとき、口頭の色や命名反応も読み反応も要求されておらず、両反応は当然起こり得ない。キー押しと口頭反応とは反応様式が異なり、両者の反応時間を同列に比較することはできないのは当然であるが、口頭の読み反応が色の命名反応に干渉し、それによりストループ効果が生じると主張する反応競合説 (Morton & Chamber, 1973) にとって、キー押し反応場面でストループ効果が確認されたことは看過しえない事態である。

文字の提示色とその文字の読みとが一致していないストループ刺激の読み反応が、両者が一致している通常の刺激文字の読み反応よりも長い時間を要し、また誤反応も多ければ、それは逆ストループ効果と言われる。逆ストループ効果を最初に報告したのもStroop (1935) であるが、その効果は、ストループ効果とは違って、長期間の訓練の後に現われ、しかも一時的であった。永続的な逆ストループ効果の報告もあるが、そこでは、文字の読み反応を遅くする意図で、刺激文字を通常とは異なる方法で提示して、文字を読みにくくすることが行なわれていた。具体的には、刺激文字を左右逆転させ、あるいは左右上下逆転させて提示した (Dunbar & MacLeod, 1984) り、斜めに傾けて提示した (Gumenik & Glass, 1970)、あるいはスリットを通して文字を提示した (Dyer & Severance, 1972)。本研究では、通常の刺激文字も用いて、読み易さを減少させないで逆ストループ効果が確認された。

本研究とストループ効果や逆ストループ効果の研究とでは、手続き上で大きな違いがある。通常の研究では、被験者は刺激文字の読み反応か色の命名反応



のどちらかだけを行なうよう教示されており、被験者は提示された刺激文字の読みの処理かあるいは提示色の処理をするだけよい。それに対して本研究では、提示された刺激文字の提示色を判断するのか、あるいは意味を判断するのかをあらかじめ指示されず、個々の刺激文字の提示後に、どちらの属性で判断しなければならないかが示された。したがって本研究の被験者は、刺激文字を提示されると、その意味の処理と提示色の処理とを行なわねばならなかった。被験者が刺激文字の意味と提示色の両者の処理を行なったことは、意味判断と色判断の反応時間に違いがなかったことから示唆される。

刺激文字を提示により、意味の処理と提示色の処理とが開始される。刺激文字の意味と色とが一致している場合、意味と色の判断属性を示す指示語が提示されるまでに充分の時間があれば2つの属性の処理は終わられて、指示語の提示によってキー押し反応が直ちに行なわれる。指示語が提示されるまでに充分の時間がなければ、指示語が提示された時に2つの属性の処理は終わっていない。処理の終了を待って反応が行なわれ、反応時間は長くなる。刺激間隔時間20m秒での反応時間は、300m秒や700m秒でのそれよりも長く、100m秒での反応時間は700m秒でのそれよりも長かったことは、この推察を裏書している。

刺激文字の意味と色とが不一致の場合はどうであろうか。文字の提示により意味の処理と色の処理とが開始されるが、意味と色とが不一致の為、2つの属性の処理が競合しているのは言うまでもない。700m秒間の刺激間隔時間は、処理の競合がなければ、2つの属性の処理を終えるには十分に長い時間である。意味と色とが不一致の場合、刺激間隔時間の違いによって反応時間に違いはなく、700m秒間は属性の処理を完了するには充分ではない時間である。2つの属性の処理の競合の影響を越えて、各々の処理を終えるのに必要な最少時間はいくらであるかは今後の研究を待たねばならない。

## 謝 辞

本研究は、筆者の指導による平成8年度愛媛大学法文学部卒業論文、水口智恵「ストループ効果に及ぼす刺激間隔時間の影響についての研究」の実験データに基づいてい

る。データを提供して下さった水口氏に感謝するとともに本論の責は筆者にあることを付記する。

## References

- Dunbar, K., & MacLeod, C. M. 1984 A horse race of a different color: Stroop interference patterns with transformed words. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, 10, 622-639.
- Dyer, F. N. 1973 The Stroop phenomenon and its use in the study of perceptual, cognitive, and response processes. *Memory and Cognition*, 1, 106-120.
- Dyer, F. N., & Severance, L. J. 1972 Effects of irrelevant colors on reading of color names: A controlled replication of the "reversed Stroop" effect. *Psychonomic Science*, 28, 336-338.
- Fraisse, P. 1969 Why is naming longer than reading? *Acta Psychologica*, 30, 96-103.
- Gumenik, W. E., & Glass, R. 1970 Effects of reducing the readability of the words in the Stroop Color-word test. *Psychonomic Science*, 20, 247-248.
- Hock, H. S., & Egeth, P. 1970 Verbal interference with encoding in a perceptual classification task. *Journal of Experimental Psychology*, 83, 299-303.
- 海保博之・野村幸正 1983 漢字情報処理の心理学 東京: 教育出版.
- MacLeod, C. M. 1991 Half a century of research on the Stroop effect: An integrative review. *Psychological Bulletin*, 109, 163-203.
- Morton, J., & Chambers, S. M. 1973 Selective attention to words and colours. *Quarterly Journal of Experimental Psychology*, 25, 387-330.
- Posner, M. I., & Snyder, C. R. R. 1975 Attention and cognitive control In R. L. Solso (ed.), *Information processing and cognition*. Hillsdale, NJ: Erlbaum.
- 坂根照文 1997a 漢字の意味と読み 愛媛大学法文学部論集人文科学編 第2号 75-84.
- 坂根照文 1997b 漢字の意味と読み(2) - 刺激間隔時間の違い 日本心理学会第61回大会

会発表論文集 653.

坂根照文 1998 漢字の意味と読み(3)－意味を判断するのか読みを判断するのか 日本心理学会第62回大会発表論文集 665.

Stroop, J. R. 1935 Studies of interference in serial verbal reactions. *Journal of Experimental Psychology*, 18, 643-661.