

■原著

視覚的数刺激への Stroop 効果

—加齢による変化と脳損傷者との比較—

山本 純子* 荻安 誠**

要旨：数刺激への視覚的 Stroop 効果（情報処理過程での干渉現象）の有無と加齢および脳損傷による影響を調べた。実験は、若年・壮年・老年群各15名と脳損傷群12名に、3種類のカード（ドット、数字、干渉：数字とその個数が不一致）各25枚を提示し、個数/数を答えさせた。脳損傷群には、簡易精神機能評価とコース立方体組合せ検査も施行した。この結果、全被験者群で干渉カードの総反応所要時間がドット・数字カードよりも有意に長く、Stroop 効果が数刺激に対しても確認された。また、老年群で反応時間が有意に長く、視覚情報処理に加齢の影響が認められた。脳損傷群は全カードで健常群よりも反応時間が有意に長く、精神機能評価との間に高い負の相関がみられた。

神経心理学 7: 254~259

Key Words : 視覚的ストロープ効果, 加齢, 脳損傷, 数刺激, 精神機能
visual Stroop effect, aging, brain damage, number stimuli, mental function

I はじめに

Stroop 効果とは、競合する刺激が同時に存在するとき、情報を処理する時間が増加する現象である (Stroop, 1935)。この現象は、仮名と漢字 (林, 1988)、音の強さ・高さ・時間 (Morgan & Brandt, 1989)、線画と聴覚的に提示された単語 (石王, 1990) など、視聴覚のさまざまな刺激で認められている。

浜 (1985) は、6~89歳の健常男女721名 (年代別15群各42~60名) を対象に、色カード (主)、文字カード (副)、色と文字が一致しないカード (干渉) の3種類のカードに対して色名をできるだけ早く正確に言わせる Stroop Color-Word Test を行った。この結果、主・副カードに比べて干渉カードの反応所要時間が

著しく遅く、加齢に伴い反応時間が増大していた。

数の認知は、色と同様、発達のある時期には習得されて、その後あまり変わらない。神経心理学の領域では、失計算など数情報の処理に異常を認める症例が少なくない (山鳥, 1985)。しかし、このような症例に対して Stroop 課題を行えば、干渉による反応時間の延長が起こるかは明らかではない。

高次脳機能の検査は、意識、記憶、言語、構成、失行・失認など、別個の機能を検査対象としているが (Strub & Black, 1985)、この Stroop 課題は脳全体の機能としての情報処理能力を調べるもので、日常生活における能力を反映するものと考えられる。この課題の臨床場面における対象者は、脳機能の全般的低下が疑

1991年9月24日受理

Effects of Aging and Brain Damage on Visual Stroop Effect for Number

*金沢脳神経外科病院リハビリテーション部, Junko Yamamoto: Department of Rehabilitation, Kanazawa Brain-Nerve Surgery Hospital

**福井医療技術専門学校言語療法学科, Makoto Kariyasu: Dept. of Speech Therapy, Fukui Institute of Technology for Medicine

われる脳損傷者や高齢者である。また、脳損傷者の年齢もさまざまであり、加齢による能力低下と脳損傷による能力低下を判別しなければならない。このように臨床で用いる検査の解釈には、生データは実用性がなく、年代別健常群および対象疾患群の標準データとの比較が必要となる (Anastasi, 1982)。

そこで、本研究の目的は、① Stroop 現象が数刺激で生じるのか、② 加齢による違いがあるのか、③ 脳損傷により差異があるのか、の3点を調べ、この Stroop 課題の臨床応用のための標準データを提供することである。

II 方 法

1. 対象

健常群は、視聴覚、言語、上肢の運動機能に問題のない成人45名で、若年群 (平均22.6歳, 22~29歳; 男性7名, 女性8名), 壮年群 (平均43.7歳, 40~49歳; 男性3名, 女性12名), 老年群 (平均67.6歳, 60~77歳; 男性6名, 女性9名), 各15名であった。

脳損傷群は、視聴覚、言語、上肢の運動機能に問題はないが、脳病変 (多発性脳梗塞および脳挫傷による両側性脳損傷) による精神機能低下を主徴とする成人12名 (年齢27~76歳, 平均59.4歳; 男性10名, 女性2名) で、全員右利きであった。

2. 刺激材料

刺激カードは、ドットカード (主), 数字カード (副), 数字とその個数が一致しないカード (干渉), の3種類 (図1) で各25枚 (数字及びドット数1~5各5枚), 計75枚とした。また、開始前に1枚目の刺激カードが見えないようにするために同型の無地のカードを用意した。カードの大きさは、6.5cm 四方で、ドットや数字はカードを16等分しランダムに配置した。

今回は臨床場面での応用を考慮し、個々の刺激に対する反応時間ではなく、簡便な25枚のカード全てへの反応の総所要時間を測定した (浜, 1985)。そこで、運動反応であるカードめくりの時間を安定させるために、練習用カードを用意した。これは、1音節と2音節の有意味

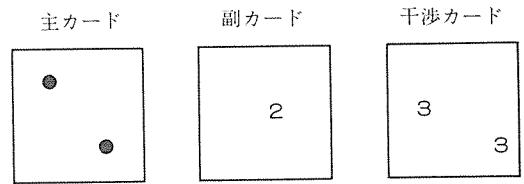


図1 音声「に」が正反応になる3種類の刺激カードの例

語を2対3の割合にしたもの25枚と無地カードの合計26枚であった。

3. 手順

実験は、被験者と実験者の1対1で静かな部屋で行った。はじめに、練習カードを用いて、できるだけ早くめくるとの訓練をした。5回の練習後、各回のカードめくりの時間を測定し、連続する2回の時間差が5%未満になった時点で、運動反応が安定したとみなしてカードめくりの練習を終了した。この2回の値の平均値を基準値とした。なお、各回のカードめくりの間には、約15秒間の休息を入れた。

実験は、主・副・干渉カードを3試行ずつランダム順で行った。この時、カードはランダム順に重ねた。指示は、「カードに丸が書いてあります。その丸の数をできるだけ早く教えてください」(主カード), 「カードに数字が書いてあります。その数字をできるだけ早く教えてください」(副カード), 「カードに数字が書いてあります。数字を答えるのではなく、数字の個数をできるだけ早く教えてください」(干渉カード), とした。時間の測定には、デジタルストップウォッチ (シチズン, LSW-101N) を用いた。被験者に誤反応が認められた場合は、しばらく休息をとってからやり直した。脳損傷群には、簡易精神機能評価 (MMS) とコース立方体組合せ検査を施行した。

III 結 果

健常群のカードめくりの基準値 (秒) は、若年群で平均11.69 (標準偏差=2.66) 範囲9.23~19.39, 壮年群で14.13 (2.81) 9.51~18.35, 老年群で18.92 (2.94) 13.91~25.35であり、年代間で有意な差はなかった。

表1は、各年代群の刺激カード別の総反応時

表1 年代・刺激カード別の総反応所要時間(秒)の平均, 標準偏差(カッコ内), 範囲

年代	主カード	副カード	干渉カード
若年群	15.28(2.79) 12.34~23.56	12.19(2.70) 10.09~20.49	16.30(3.11) 12.67~24.75
壮年群	16.97(3.06) 13.37~24.54	14.55(2.46) 10.84~18.74	18.57(3.60) 13.69~24.93
老年群	20.95(2.56) 15.69~24.10	19.34(3.16) 15.53~27.92	23.26(3.55) 17.59~29.62

間 (TRT; Total Reaction Time) を示す。カード間で反応時間が短かったのは, 全年齢群とも副カードであり, 最も長かったのは干渉カードであった。年代間では, 若年群がすべての刺激カードで最も TRT が短く, ついで壮年群で, 最も長かったのが老年群であった。つぎに, 全年代群の男女間で t 検定を行った結果, 有意な差は認められなかった。

そこで, 年代とカードと試行を因子とする 3 要因 (2 因子にくり返しのある) 分散分析 (Winer, 1971) を行った。この結果, 年代 ($F=6.01, p<.01$) およびカード ($F=112.94, p<.001$) の主効果と, 年代とカードの相互作用 ($F=4.25, p<.01$) が有意であった。次に, 各因子のレベル間で t 検定を行った結果, 3 年代間では老年群の TRT が, またカード間では干渉カードの TRT が, 有意に長かった。年代とカードの相互作用についてみると, 年代に関係なく干渉カードが副カードよりも長く, 壮年群のみで副カードが主カードよりも短かった。

脳損傷群の基準値は, 平均 31.14 (範囲: 14.94~42.00), 刺激カード別 TRT は, 主カードで平均 45.70 (17.80~83.03), 副カードで平均 33.72 (15.61~51.20), 干渉カードで平均 52.03 (17.52~82.96) であった。カード間で, TRT が短かったのは副カードで, 長かったのは干渉カードと, 健常群と同様の結果であった。さらに, 基準値と刺激カード別の TRT について, 脳損傷群と健常群とを比較した。この結果, 基準値 ($t=9.54, p<.001$), 主カード ($t=9.66, p<.01$), 副カード ($t=9.19, p<.01$), 干渉カード ($t=10.44, p<.01, df$

=55) の全てにおいて健常群よりも有意に長かった。

脳損傷群の MMS の得点は 15~30 点, コース立方体での IQ 値は 50~124 と, ばらつきが大きかった。基準値および TRT とこれらの精神機能評価との関係を調べた結果, 基準値と MMS ($r=-0.86$)・コース立方体 ($r=-0.59$) の間に高い負の相関を認めた。なお, 基準値は 10 回以上の練習によって被験者の最も短く安定した反応時間を示し, これが本人の情報処理能力を代表する値と考え, ここで採用した。

IV 考 察

1. 視覚的 Stroop 効果

今回の実験では, 視覚的 Stroop 効果が数刺激についても認められた。総反応時間は, 全被験者とも干渉カードが最も長く, 次いで主カード, 副カードの順であった。Sternberg (1969) は, Stroop 課題を解釈する上で, 4 段階からなる視覚情報処理過程のモデルを考案し, 干渉の生じるメカニズムを説明した。Sternberg のモデルでは, はじめに視覚的情報の保存と刺激の知覚的分析を行い, つぎにその中から必要な情報を取捨選択する。その後, 課題に応じた反応コードを選び, 並列に備えた適当な情報を選択する。

このモデルをもとに作成した, 本研究の刺激カード別の情報処理過程を示す (図 2)。副カードでは, 数字を知覚した後, 最短処理過程により出力される。これは, Sternberg のモデルでいう, 視覚的情報の保存と刺激の知覚的分析である。山崎 (1990) によると, 単語が提示されると学童は注意深くゆっくりと 1 文字ずつ先に読みすすむが, 成人はほとんど何の努力もはらわなくて速くしかも何かほかの活動をしながらかでも正確にそれを読むことができる。したがって, 十分にある概念を獲得した段階にあれば (ここでは数), その概念に関する情報は被験者がほとんど努力しなくても自動的に利用できる状態にあり, したがって入力された数字は自動的に短時間で処理しうるものと考えられる。

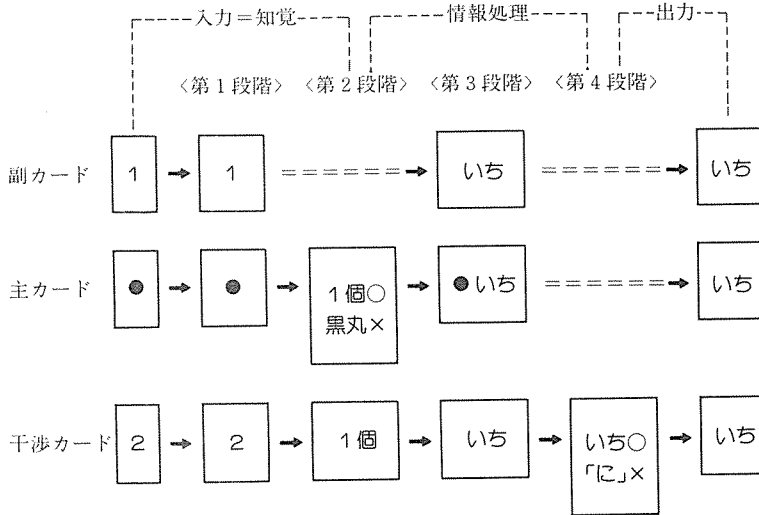


図2 3種類の刺激カード(主, 副, 干渉)の情報処理過程のモデル

主カードの場合、ドットそれ自体がいくつかの情報(形、大きさ等)を含んでいるが、今回の実験で被験者に必要な情報はドットの個数であった。つまり、視覚的情報の保存と刺激の知覚的分析を行った後、他の選択ではなく、ドット1個を「いち」という音韻的表象と照合してから出力しなければならなかった。したがって、副カードよりも処理に時間がかかったであろう。

一方、干渉カードでは、数字を答えるのではなく数字という記号の個数を答えることを要求された。図2では、第2段階で数字と個数という二つの情報を同時に処理し、第3段階では数字の数が「いち」という音韻的表象と照合されている。つぎの第4段階では数字の「2」とその記号の個数「いち」という二つの情報が反応準備のための出力ボックスに入ろうとする。この時、「いち」という適当な反応を選択すると同時に「2」という不適当な反応を打ち消す、つまり干渉が生じた。このような処理過程(あるいは判断)の回数とそこでの干渉が総反応時間に影響を及ぼしたのであろう。

2. 年代別反応時間

総反応時間は加齢とともに延長していた。加齢による神経系機能の変化の特徴は、行動が遅くなることである。この減速は、単純な運動や

知覚認知から中枢処理を必要とする複雑な作業などにみられる(Katzman & Jerry, 1986)。Baron & Journey (1989)は、年齢による音声と運動(レバー押し)の反応時間の違いを調べ、音声反応には若年群(18~26歳)と老年群(62~75歳)で有意な差はなかったと述べている。また、年齢が増すにつれて誤り(やり直し)の回数が減少していた。Madden & Allen (1991)は、視覚的探索課題において老年者は若年者より正答率が高いが反応時間は長かったと報告しており、老年者では多少時間がかかっても正確に課題を達成しようとする心理が働いたのではないだろうか。今後、老年者の反応時間を誤り可能な課題を用いて調べていきたい。

3. 脳損傷による差異

全てのカードについて、反応時間が健常群に比べ有意に長かった。刺激に対する認知行動は、感覚、知覚、記憶などの外界からの情報を脳が取り入れて、それに基づき外界へ適応的に働くための脳内情報処理を行うとともに、運動・行動の出力の情報処理も同時に行なう(久保田, 1991)。そこで、脳になんらかの障害(部位に関係なく)がある場合、知覚された刺激の分析は、自動的に利用できる獲得された概念(ここでは数)の音声言語出力でさえも困難になったと考えられる。

言語機構は、異種感覚種情報間の想起、連合と相互間変換の過程・機構が存在し、情報の了解とそれに対応する表出を助けている。例えば、文字言語に対しては、了解と同時に「書き言葉」と「話し言葉」の表出もつねに準備されている(岩井, 1990)。文字・記号(ここではドット)情報は、これを構成している成分(線など)、構成要素間の外空間、形態知覚などさまざまな情報が含まれている。脳は、これらの情報処理を各部位で行い、それらを連合・変換させ出力している。つまり、筆者らは、脳損傷があるためこれらの情報をスムーズに処理することができず、この結果反応時間が延長していた、と考えた。

4. 臨床場面での Stroop 課題の応用

基準値と精神機能評価には高い負の相関が認められたことから、精神機能の低下と視覚的刺激の情報処理機能が関連を持っていることがわかった。今回の研究では、脳損傷群を broad な集団としてとらえたが、いずれも反応時間が長く、情報処理過程の問題を有することがわかった。今後、損傷部位による反応の差異も調べる必要があるが、脳の情報処理機能を表わす臨床データとして Stroop 課題の総反応時間は有効であると思われる。

実験場面での反応時間パラダイムは、コンピュータを用いて刺激と反応を制御するが、今回は臨床場面での応用を考えて25枚の刺激カードに対する反応の総時間を採用した。また、刺激カードは上肢運動機能に問題のない被験者が操作したが、運動麻痺のある患者に対しては検査者が操作をすればよいと思われる。刺激提示の場所(視野)と反応時間の関係は明らかではないが(利島, 1990)、臨床では半側無視なども考慮して患者の見やすい場所に刺激を提示するのが望ましい。

謝辞 本稿は、福井医療技術専門学校言語療法学科の卒業論文(1990年3月受理)に臨床データを追加し、まとめたものである。この論文の要旨は、第15回日本神経心理学会(大分, 1991)で発表した。資料を提供していただいた、同志社大学の浜浩世先生および慶応義塾大学月ヶ瀬リハビリテーションセンターの中西之信先生、貴重な助言を下された査読者に感謝する。

文 献

- 1) Anastasi A : Psychological testing (5th ed.). Macmillan, New York, 1982, pp. 65-101
- 2) Baron A, Journey JW : Age differences in manual versus vocal reaction time : Further evidence. J Gerontol 44 : 157-159, 1989
- 3) 浜浩世, 橋本恵以子 : Stroop Color Word Test によるコンフリクトの発達の研究. 心理学研究 56 : 175-179, 1985
- 4) 林龍平 : Stroop 干渉課題での表記差の効果における妨害語の意味属性の役割について. 心理学研究 59 : 1-8, 1988
- 5) 石王敦子 : 線画一単語課題における聴覚一視覚間ストロープ干渉. 心理学研究 61 : 329-335, 1990
- 6) 岩井栄一 : 「文字の読み取り」の中枢神経機構——動物(サル)実験による神経心理学的研究所見を基にした一考察——. 神経心理 6 : 100-105, 1990
- 7) Katzman R, Jerry RD (水谷俊雄訳) : 加齢の神経学. 西村書店, 新潟, 1986, pp. 19-21
- 8) 久保田競 : 認知行動と前頭葉. 科学 61 : 279-286, 1991
- 9) Madden DJ, Allen PA : Adult age differences in the rate of information extraction during visual search. J Gerontol 46 : 124-126, 1991
- 10) Morgan AL, Brandt JF : An auditory Stroop effect of pitch, loudness, and time. Brain Lang 36 : 592-603, 1989
- 11) Sternberg S : The discovery of processing stages : Extension of Donder's method. Acta Psychol 30 : 276-315, 1969
- 12) Stroop JR : Studies of interference in serial verbal reaction. J Exp Psychol 18 : 643-662, 1935
- 13) Strub RL, Black FW (江藤文夫訳) : 高次脳機能検査法. 医歯薬出版, 東京, 1987, pp. 33-170
- 14) 利島保 : 認知の神経心理学. 福村出版, 東京, 1990, pp. 88-99
- 15) Winer BJ : Statistical principles in experimental design (2nd ed.). McGraw-Hill, New York, 1971, pp. 514-603

- 16) 山崎晃：ストロープ干渉における処理過程. 心理学研究56；185-191, 1985
- 17) 山鳥重：神経心理学入門. 医学書院, 東京, 1985, pp. 252-256

Effects of aging and brain damage on visual Stroop effect for number

Junko Yamamoto* Makoto Kariyasu**

*Department of Rehabilitation, Kanazawa Brain-Nerve Surgery Hospital

**Dept. of Speech Therapy, Fukui Institute of Technology for Medicine

The purpose of this study is to examine visual Stroop effect for number among three different age groups of normals and the brain-damaged. Each series of stimulus cards (dot, number, conflict) were randomly presented, and immediate verbal response of its number was requested. The brain-damaged also took two tests of mental function. The results indi-

cated the longest total response time for conflict cards, suggesting visual Stroop effect for number. The elderly adults showed the longest response time among three age groups. The response time of the brain-damaged was longer than that of the normals, and had high negative correlation with two test scores of mental function.