Effects of auditory distraction on involuntary visual learning task performance

無自覚的視覚課題に及ぼす聴覚妨害刺激の効果

Harue YONEKAWA, Shingo TAKAGI, Masaya SUGIMOTO, Kiyoyuki YAMAZAKI and Katsuro OKAMOTO
*Dept.Bio-Medical Engineering, School of High-Technology for Human Welfare, Tokai, University, 317,
Nishino, Numazu, Shizuoka, 410-03, JAPAN*

TEL: 81-559-68-1211 (EX.4415), FAX: 81-559-68-1156, E-mail: fhm0066@wing.ncc.u-tokai.ac.jp

Takashi ITOH

*Dept. Information Processing Center for Information Sciences, Nippon Medical School, 1-1-5, Sendagi,
Bunkyo-ku, Tokyo, 113, JAPAN*

(Received 16, November 1995 Accepted 14, January 1997)

The purpose of this study is to clarify the inter-visual-field transfer of leaning and the effects of auditory distraction on visual task performance with short display duration using a computer controlled tachistoscope.

Linearly arranged slash characters with two different directions were used as the visual stimuli. The stimuli were displayed on the tachistoscope screen for 8 ms duration. After the screen was cleared, computer-generated random textures were displayed as a masking pattern. Subjects were instructed to discriminate the direction of stimuli, during task performance, radio news programs were presented through a headphone. Results showed no inter-visual-field skill transfer. With auditory distraction, task performance was lower than in the control condition. Visual perception mechanisms in visual learning process and related problems of cross modal interference were also discussed.

Keywords: involuntary learning, visual perception, cross modal interference, auditory distraction

I . INTRODUCTION

視覚情報の脳内処理と言った認知機能の研究に関しては、近年動物実験¹による神経学的観点から、また認知行動学的研究など、盛んに報告されている。

認知研究においては、知覚にせよ記憶にせよ課題の遂行を自覚できる情報処理過程について多くの研究が成されてきた。一方、視覚情報に対する記憶には無自覚的な情報処理の初期過程があり、これについてはSagi.Dらのグループがごく短時間視野上に提示した線分の配列パターンを弁別させる課題を用いて、skillの学習および記憶に関して実験的検討^{2,3}を行っている。これは知覚と運動反応のみを統制した実験でありながら、視覚的弁別事態での不随意的な側面に関する指標を得ることができ、自覚的過程から独立した自動的メカニズ

ムの機能を詳細に検討できる利点を有している。

本研究では、Sagi.Dらのグループにより提唱された方法に基づき、AVタキストスコープを用いた独自の実験プログラムを用いて、視覚と聴覚双方の処理を同時に必要とするクロスモーダルな状況での初期知覚過程における処理の資源配分を検討した。

II . EXPERIMENTAL

健康成人被験者10名（年齢20歳から23歳まで、男性4名、女性6名）を対象とした。実験はCRT画面をパソコンで制御するAVタキストスコープ（岩通アイセル製：IS-710A）を用いて行った。タキストスコープはFig.1に示すようにパーソナルコンピュータ（PC-9801DA:NEC）にGPIBインターフェースを介して接続され、入力したスケジュールにし

たがって刺激画面の提示をコントロールした。実験は以下のような手続きで進行する。

- (1) 被験者が任意のスイッチを押すことにより開始する。
- (2) 初期画面として画面中央に”×”を置いた凝視点画面が240～300msでランダムセットされた持続時間で提示される。
- (3) 刺激画面が8ms提示される。
この画面は19×19マトリクスを”ー”キャラクタで満たし、その中に検出標的として”/”が、縦3個または横3個の配列として潜んでいる。これをポップアップ刺激と呼ぶ。
- (4) 次にランダムなキャラクタパターンからなるマスキング画面が提示される。
- (5) ここで、ポップアップ刺激が提示されてからマスキング画面が提示されるまでのインターバルをSagi.Dらの研究にならって、SOA (:Stimulus to mask Onset Asynchrony) と呼ぶことにする。
- (6) 被験者には、最後のブランク間で標的が縦か横かを判定させ、指定されたキーを直ちに押すよう指示した。ポップアップ刺激の方向を正しく解答(押鍵)した場合を正反応としてカウントする。ここまでのスケジュールを1試行と呼ぶ。
- (7) 被験者の疲労を低減するために、被験者の正答率が95%以下になるまで、20試行を1セッションとして測定を行い、正答率が95%より低くなった時点から50試行を1セッションとして実験を行った。なお、1セッションの測定が終了するごとに順次SOAを16msずつ短縮した。
- (8) 1セッションごとの測定は提示視野を左右に2分割し、右視野、左視野の順で交互に行った。
- (9) 右視野においては、上述した1～7までの課題を行わせ、これを統制実験とし、左視野においては聴覚妨害条件を付加して1～7までの課題を行わせた。また、被験者のグループ分けを行い、左視野で統制実験をとったものも行った。これは、視野による順序効果がないことを明らかにするためである。聴覚妨害条件については以下に示す通りである。

[条件1] テレビのニュースを課題中連続して聴取させ、各セッションごとにその内容について質問に答えさせる事を予め被験者に伝え、よく注意を向けるように指示した。

[条件2] テレビのニュースを課題中連続して聴取させ、その内容をリアルタイムで追唱させる。(: shadowing)
ここでは、被験者に予め聞いた内容をまとめてから追唱することのないよう指示し、実験最中にもそのような状況が見られたときには注意した。

FIG.1. Schematic illustration of experimental set-up.

FIG.2. Time schedule of the task.

The subject was instructed to press designated key when the direction of stimulus array was recognized.

FIG.3. Visual stimuli applied and the order displayed.

III . RESULTS

- (1) 一被験者における条件1と条件2でのSOAと正答率の関係を示したグラフをFig.4、Fig.5として以下に示す。両グラフにおいて、統制実験ではSOAが60~80ms付近で課題遂行成績の低下が見られた。また、条件1を付加すると課題遂行成績が統制実験に比べSOAは160ms付近という値を示し、すぐに被験者の限界が見られた。それに比べ条件2を付加した方は統制実験とほぼ同じ課題遂行成績を示している。以上の結果をまとめると、条件1では聴覚妨害刺激を付加した条件で課題遂行成績は低下することが分かった。しかし、条件2の場合では、条件1で見られたような顕著な違いは見られなかった。また、視野による順序効果はなかった。
- (2) Figure.4、Fig.5の値をもとに、SOAの短縮にしたがって課題遂行成績の低下傾向を定量的に表示するため、以下に示す式を用いてカーブフィッティングを行った。

$$Y=A(1-\exp^{-\alpha(t-t_0)})$$

但し、 A : 充分正答できるSOAでの達成率

α : SOAを短縮していった際に成績が低下する左下がり傾向の強さ

t_0 : 被験者が全く正答できない状態のSOAの推定値

FIG.4. Examples of performance curve.
<control and auditory distraction>

(RVF:Right Visual Field.
LVF: Left Visual Field.)

課題遂行の背景となる生理学的過程を数理モデルで表示するには、多くの仮定を必要とし、本論文の範囲を超える。ここでは、得られた結果を量的に表示する暫定的モデルとして上式を用い、現象論的考察を試みる。さて、この式からは、 α が小さければSOAの短縮に伴って正答率がなだらかに落ち始め、 α が大きければあるSOAまでは高成績のままで、特定のSOAに至ると突然成績が急峻に落ち込む。ここでは、Fig.4、Fig.5にフィッティングを行ったものをFig.6~Fig.9として以下に示す。また、フィッティングに用いた式の α を用いて条件間での成績を比較する。この方法により得られた α 値を用いたグラフをFig.10、Fig.11、及び α 値のU-test結果をTable1、Table2として以下に示す。Figure10、Fig.11、Table1、Table2より、条件1では、右下がりの傾向があり、聴覚妨害条件でのSOAの短縮に対する成績の低下傾向に有意な差が見られた。しかし、条件2では、有意な差は見られなかった。

FIG.5. Examples of performance curve.
<control distraction and shadowing >

(RVF:Right Visual Field.
LVF: Left Visual Field.)

FIG.6. Performance curve of the task with and without auditory distraction.
<control condition, male 23 yrs.>

FIG.7. Performance curve of the task with and without auditory distraction.
<with auditory distraction, male 23 yrs.>

FIG.8. Performance curve of the task with without shadowing.
<control condition, female 21 yrs.>

FIG.9. Performance curve of the task with and without shadowing.
<with shadowing, female 21 yrs.>

FIG.10. Comparison of parameter α in each experimental conditions.
<with and without auditory distraction>

FIG.11. Comparison of parameter α in each experimental conditions.
<with and without shadowing>

TABLE 1. Result of statistical test (U-test) for α .
<with and without auditory distraction>

subject	a	b	c	d	e
C	0.030471	0.12452	0.098692	0.20079	0.065395
A	0.018460	0.073024	0.041595	0.095635	0.065395

P < 0.05 (U-test) , C : control condition , A : auditory distraction

TABLE 2. Result of statistical test (U-test) for α .
<with and without shadowing>

subject	a	b	c	d	e
C	0.10093	0.073472	0.10614	0.15127	0.13644
S	0.11956	0.080003	0.13461	0.067119	0.13643

P > 0.05 (U-test) , C : control condition , S : shadowing

IV. DISCUSSION

一般に視覚情報処理の初期の段階には、感覚情報貯蔵庫(Sensory Information Storage, SIS)³とよばれる極めて短時間のみ有効で非常に容量の大きい記憶過程が存在する。ここからさらに、必要な項目や刺激属性が短期記憶(Short Term Memory, STM)に移され利用される。本実験では8msの持続で刺激提示後、短時間のインターバルを置いてランダムなパターンからなるマスキング画面を提示しており、SISの情報に対する注意と視覚的弁別、学習を検索していることになる。このような時間スケジュールでは、被験者の意識的な努力によって効率の向上をはかることができない。このような意味から、我々はこの過程を無自覚的学習（または無自覚的記憶）と呼ぶことにした。また、刺激とマスキングのインターバルはSagi.Dらの研究にならってSOAと呼ぶ。

本実験では、SOAを短縮していくと刺激の弁別成績が低下する過程が観察できた。このとき、課題に対する注意の分散効果を検討する目的で聴覚妨害刺激を与えた結果、より長いSOAの段階から成績が低下してきた。このことは成績-SOAプロットに当てはめられた曲線のパラメータ α からも確認できる。これは、聴覚言語的な負荷が視覚弁別の初期過程に抑制的な影響を与えていることを意味する。

聴覚妨害条件には、(1)テレビのニュースを課題中連続して提示し、よく聞いているように指示しておき、各セッション終了ごとにその内容についての質問に答えさせる条件と、(2)shadowingとよばれる追唱課題の2種類を行わせた。これは、提

示された言葉をそのまま口頭で繰り返させる課題である。前述したパラメータ α からみると、成績の低下はセッション終了ごとに内容を答えさせる場合にのみ観察され、shadowingの場合には顕著な傾向が認められなかった。これは、(1)の場合にはニュースの内容を実験の後まで記憶しておかなければならないため、聴覚刺激に対するより多くの注意が必要となり、視覚弁別課題の遂行に不利な作用をもたらしたと解釈できる。一方(2)のshadowingは、聴かされた言葉をそのまま発声し、その場限りで処理が済んでしまうため、視覚弁別への影響は比較的小さかったと考えられる。

この検討では、同一被験者に対して統制条件と聴覚妨害条件を左右それぞれの視野で実験している。このとき右視野での実験によって確立されたskillが、左視野の実験に影響を与えるのではないかと、という危惧が生じる。Sagi.Dらは多くの実験結果から、この実験法では視野間に学習の転移は起こらないと述べている。従ってこの過程は、網膜上に投影された外界のイメージにおける各点の相対的な位置関係が保存されたまま処理される第一次視覚野での機能を反映していると考えられる。

視覚・聴覚間の干渉は、視覚情報が第一次視覚野から頭頂連合野に転送される際に生じると考えられるが、当然ながら本実験のような純粋に知覚行動学的指標からだけでは確認することはできない。ただし、今後刺激の配列を動画として移動させ、その運動方向や角度の変化を弁別する課題を用いればHubel D.H and Wiesel T.N. がサルの実験¹で明らかにしたような視覚情報処理過程の段階を特異的に検討できる可能性がある。また第一次視

覚野の神経細胞の特徴的選択性を考慮した空間処理経路の方面からもアプローチし、すでに報告した。⁵このような本来精密な神経生理学実験を要する対象に、認知心理学、または視知覚、聴知覚領域の方法を実験目標に即して応用するアプローチは、ヒトを実験室的な統制下に閉じこめることなく、無侵襲で検討できる点で有利であるといえる。

REFERENCES

- ¹ Hubel D.H and Wiesel T.N : Functional architecture of macaque monkey visual cortex
Proc.R.Soc.Lond.B, 198 : 1-59, 1977
- ² Karni A and Sagi.D : The time course of learning a visual skill, Nature, vol.365-16, P250-252, 1993

- ³ Shingo Takagi, Harue Yonekawa, Shiro Itoh, Kiyotaka Hoshiai, Kaori Yamazaki, Takashi Itoh, Kiyoyuki Yamazaki and Katsuro Okamoto : An Experimental Study of Cognitive Functioning Using an Involuntary Memory Task, The Japanese Journal of Ergonomics, vol.31, suppl.1F-13, 228-229, 1995
- ⁴ Sperling G : A model for visual memory tasks, Human Factors, 5, 19-39, 1993
- ⁵ Harue Yonekawa, Shingo Takagi, Toshiaki Baba, Megumi Naruse, Kiyoyuki Yamazaki, Katsuro Okamoto : Effect of partial masking on involuntary visual distraction, The Japanese Journal of Ergonomics, vol.32, suppl.2D-4-8, 232-233, 1996
- ⁶ Cherry E.C : Some experiments on recognition of speech, with one and with two ears journal of the Acoustical Society of America, 25, 975-979, 1953

'95 SAS Intelligent Symposium