動機づけ教示の関数としての二重交替学習と反応時間¹

茨城大学

馬場道夫

DOUBLE ALTERNATION LEARNING AND REACTION TIME AS A FUNCTION OF MOTIVATIONAL INSTRUCTIONS

MICHIO BABA

Department of Educational Psychology, Ibaraki University.

A series of 3 experiments was designed to investigate the effects of motivational instructions upon double alternation learning. The Ss were required to find which of the 2 finger keys resulted in fewer numbers of pedal-presses to light an end signal. When both the speed and motive instructions were given simultaneously, the performance in double alternation learning was significantly improved with the given motivational instructions. When either of these instructions was given alone, the instruction to induce low motivation resulted in the most efficient learning. Making the problem more difficult, it was found that the higher the subjects were motivated, the faster but the less correctly they responded. These results were discussed in terms of the differences between the positive and negative reaction times. It was suggested that acceleration of responses should interfere with information processing.

人間における動機づけと学習の関係については、非常に多くの実験があるが、その結果は、まちまちであり、その理論的解明も必ずしも明確なものではない。先に著者(馬場, 1972)は、ネズミを用いた実験において、動因の選択学習に対する効果が、動因による正・誤対数反応時間差の増減に関係づけられることを示した。本研究の目的の一つは、この観点から人間の動機づけと学習の関係についての実験的解明を行なうことである。ただし、このためには、人間と動物を比較しようような簡単な選択学習場面を設定する必要があった。幸い著者の研究(馬場, 1968, 1970)によってこれに適合する二選択学習場面が設定されている。この場合、単純な位置学習では学習が容易すぎて動機づけの効果を見るには不適當であったので、二重交替学習が利用された。

ところで、従来の人間における単純な選択学習、規則性の学習と動機づけの関係については、次の様な結果が報告されている。

いくつかの実験は、確率学習場面で報酬量(率)との関係を研究している。Das & Panda (1963)は、報酬が学習の初期では妨害的效果を示すが、後には学習曲線を急に上昇させることを見いだした。Edwards (1956)は、報酬率および量の増大が被験者に損失を少なくするように反応させていることを報告している。Wood (1959)

は、報酬率の変化のほかに、動因として試行中に騒音を与え正反応後にこれを中断したが、全体としてこれらの動機づけによる有意な効果はなかった。ただし、学習の能率は、中程度の騒音のときに最も低いことが見いだされた。

他方、速く反応させるよう指示するいわゆるタイム・ストレスを用いた実験が行なわれている。光刺激に対する選択反応の位置が一定学習後変化すると、ストレスは誤反応を多くする(Castaneda, 1956; Castaneda & Palermo, 1955)。また、8つの光をそのすぐ下のスイッチを押して消す実験では、タイム・ストレスは、正反応を多くするが、そうではなく他の位置を選ばねばならないとき、ストレスは正反応を低下させている(Castaneda & Lipsitt, 1959)。これらの実験は、正反応傾向より負反応傾向大なとき、動因の増大は負反応率を高めるといふ Spence (1958)の理論を支持するものと解される。同様に Willett (1964)は、5選択反応で、動機づけが誤反応数を増加させることを見いだした。ストレスのほか、不安と学習の関係についての多くの実験で、同様の結果が得られているのは、よく知られているところであり、比較的最近では Hall (1966)によるまとめがある。

多くの実験の結果は、上記のように必ずしも一義的な解釈を許さないが、正反応傾向が負反応傾向よりも大なとき、動因は正反応率を高め、その逆の場合には動因は正反応率を低下させるという Spence の理論は、今日

¹ 本研究は、昭和47年3月15日承認の東京教育大学文学博士論文の一部として行なわれたものである。

でもこの問題に対する分析の方法として有効のように思われる。

しかしながら、人間、特に成人を対象にした場合には、二選択反応場面でありに片方の位置を選ぶという最も単純な学習をさせたとしても、法則学習の可能性について考慮しておかねばならないであろう。右を選べばよいという言語表現が被験者によってなされたとき、反応位置と強化の間の関係の発見という比較的抽象的水準での情報処理がなされている可能性がある。

5つの光がつけられる順序を記憶する学習では、報酬量は反応速度に有意な効果を示したが、正反応率に有意な差を生じなかった (Nakamura & Krudis, 1967)。5才児の実験で Leibowitz (1966) は、規則性の発見に対して報酬および競争が促進効果を生ずることを示した。Reuder (1956) の大学生を用いた数系列の検査では、容易な課題のときには自己関与的教示の促進効果が示され、困難な課題では妨害的効果が示された。ここでも Spence の理論は、結果の分析の手段として有効のように考えられる。ただ、人間においては抽象作用が問題で、これに対して動機づけは、動物学習とは違った効果を持つかもしれないので、動物学習での研究から主に構成されたと考えられる彼の理論がそのまま適用されるかどうかについては、十分慎重でなければならないであろう。

なお、人間における動機づけと学習の関係を研究する場合に、次の様な方法論的問題点が指摘されるであろう。

(1) 不安などの個人差を動機変数として用いたときには、他の知能や学力などとの相関が示されなければ、その動機変数だけがその効果を生じたのか断定できない。

(2) 教示その他の獲得の動機要因によって動機づけられる場合があるが、実際にそれらによって動機づけられたかどうか保証の限りではない。動機づけの学習に対する効果のない場合には、教示が動機づけを生じなかったのか、動機づけが学習に効果を示さなかったのか判定できない。

(3) 人間において動機づけの測定として何が適当か必ずしも確定されていない。

第3の点については、著者は別に反応時間と GSR が動機づけの測定として用いられうることを示した (馬場, 1966)。

そこで、以上の方法論的理論的問題点に留意しつつ、反応時間を手掛りとして、人間における動機づけと学習の関係を再検討したものが以下の実験である。

実験 I

目的

二重交替学習に対する動機づけ (速度教示) の効果を

明らかにする。

方法

被験者 男子大学生 39 名。

装置 大脇式選択反応装置を改修したもの、被験者正面のついたての中央の刺激窓 (直径 3 cm) に青色光が、左側の窓には赤色光がつくようになっている。2つの電鍵が被験者の右手によせて、10 cm 離して並べておかれている。その2つのキイの間には押しボタンがある。被験者の足下には、左右それぞれペダルがおかれている。

手続き 被験者の行なうべき操作は、まず青色光の点光に対して左右いずれかのキイを押し、次いで足のペダルを右から、左右交替に押し換えていく。最後についたての赤色光がついたならば、足のペダル反応を止め、2つのキイの間にあるボタンを押す。

実験手順は次の通り。

- i) 被験者の着座後、左手第2および第4指にパネ式の GSR 電極を装着する。
- ii) 位置選好テスト。5試行。左右のキイどちらでも好きな方を押させる。
- iii) 練習。4試行。被験者を無行為に H_1 , M_1 , L_1 の3群に各 13 名ずつ割り当て、それぞれ次の教示が与えられる。

H_1 群—できるだけ速く足を踏み換えさせる。

M_1 群—速くもなく、遅くもない自然な速さ、普通の速さで足を踏み換えさせる。

L_1 群—できるだけゆっくり、1秒ほどおくような気持で、踏み換えさせる。

また、練習中は実験者の指示する方のキイを押させる。左右二回ずつ、選好位置の逆から左右交替に押させる。この場合、片方のキイを押して、足を4回踏み換えると、正面のついたてに赤色光がつく。他の方のキイは、12回踏み換えてはじめて赤色光がつくようになっている。ペダルを押していると1秒間ブザーがなっており、それがとまると同時に足を踏み換えるように言われている。

ここで、正反応は、4回のペダル反応で赤色光がつくもの、誤反応は、12回ペダル反応を要するものと定義されている。練習中は被験者に正反応が何であるか、左右どちらを正反応としたかを教えない。正反応位置は、各被験者の選好位置の逆である。

本実験は、次の二段階で行なわれた。

- iv) 単純位置二選択反応学習。次の教示がすべての群にまず与えられる。

“これから本実験に入りますが、練習のときは、片方のキイを押すと青い光がついてから赤い光がつくまでの時間が長くて、足で押す回数も多く、他のキイを押すと赤い光がつくまでの時間が短くて、足を押す回数も少なくてすむようになっていましたから、本実験では練習

のときのことをよく思い出して、赤い光が早くつく方のキイを押して下さい。”

次いで練習のときと同じ速度教示がそれぞれ各群に与えられ、各群 12 試行おこなわれる。

v) 二重交替反応学習. 正反応の位置が左右 2 回ずつ連続してから交替する。単純位置学習の正反応位置は、各被験者の選好位置の逆と定められていたから、更にその逆を二重交替学習の第 1, 2 試行の正反応位置とし、それは、各被験者の選好位置になっている。

二重交替学習に先立って次の教示が与えられる。

“では、これから問題が変わりますから、よく注意していつでも早く赤い光がつくようにキイを選んで下さい。”

すべての被験者は、最低 20 試行与えられる。ただし、連続 10 試行正反応の学習完成基準に達しない者は、更に学習を続けさせ、学習完成基準に達した者から順に学習を止めさせる。80 試行までに学習を完成しない者は、学習をそこで中止する。実験内容は口外せぬよう指示する。なお、以上いずれの場合もキイは右手で押させる。

正・誤反応の記録のほか、反応時間はタイマーで 100 分の 1 秒まで測定され、GSR は TKK-PR 4 型精神電流測定器により測定された、教示は、すべてテープによって与えられている。

結 果

正反応の変化は、Fig. 1 に示されている。単純位置学習では第 1 試行からほとんどの被験者が正反応をなした。M₁ 群は、13 名全員が正反応を選び、H₁ 群と L₁ 群は、13 名中 11 名が正反応を示した。全試行でも H₁ 群 92%, M₁ 群 99%, L₁ 群 96% の正反応を示した。練習中に正反応位置を指示していないので、これは一種の潜在学習を示している。3 群全体で第 1 試行の正反応傾向は、50% 水準から CR=4.808 で 1% 以下の危険率

FIG. 1. Acquisition curves for Group L₁, M₁ and H₁ in terms of the percentage of correct responses.

TABLE 1
Mean log reaction times and GSR
scores in pre-training

Groups	H ₁	M ₁	L ₁	Means
log reaction times correct	1.495†	1.585	1.670	1.583
incorrect	2.574	2.743	2.979	2.765
Mean total	2.035	2.179	2.325	2.174
$\sqrt{\Sigma \sqrt{\text{GSR}} / \log \text{RT}}$	3.072	2.535	2.807	2.804

† The log reaction times are the sums of those for two trials

TABLE 2
Analysis of variance of log reaction
times in pre-training

Source	SS	df	V	F	p
A Motivational instructions	1.097	2	0.549 (10.98)		<.005
B Correct or incorrect	27.231	1	27.231	1433.2	<.005
A × B	0.178	2	0.089	4.68	<.05
I Individual differences	1.806	36	0.050	2.63	
I × B	0.678	36	0.019		
Total	30.990	77			

で有意である。

二重交替学習では、学習完成までの試行数は、中央値で L₁ 群 14.0, M₁ 群 30.0, H₁ 群 26.0 であり、3 群間の差は、H=6.30 で 5% 水準で有意な差が認められた。成績の最もよかったのは期待に反して L₁ 群であり、最も悪かったのは M₁ 群であった。なお、総誤反応数についての分散分析は、F=3.164, df=2 と 36 で有意でなかった。

反応時間および GSR の結果は、Table 1 に示す。全体として期待したような結果であったが、正・負反応時間の差は、L₁ 群が最も大きく、H₁ 群が最低であった。この傾向は、Table 2 の分散分析表中の動機と正・負反応時間の交互作用が有意であることから、確認されるであろう。教示動機、正・誤反応には当然有意な差が認められる。

GSR は 1 試行中の反応総量で計算法は著者の研究(馬場, 1966)によっている。ただし表中の GSR 値は、対数反応時間で除されている。これは、1 試行の反応時間(RT)がそれぞれ異なるために、GSR の値が反応時間の関数でもある点を修正する目的でとられた方法である。しかも、GSR の回数は、試行の初めに多く、後に少ない傾向にあるので、単純に反応時間で割ると、反応時

間の少ない場合には相対的に GSR/RT の値が増し、反応速度の速い H_1 群は不当にこの値が高くなる。この点の修正のために $\log. RT$ で除されている。この GSR 値は、分散分析の結果、 $F=1.278$, $df=2$ と 36 で有意な差はない。

考察

単純位置学習は、簡単に解決された。このことは、問題が言語的に指示されなかった著者の実験(馬場, 1968, 1970) では学習が容易に成立しなかったために、人間が言語的に規定されていることを示すと同時に、反応時間の左右の違いの記憶とその情報としての利用が区別されていることを示すものとして興味深い。言語的指示によって初めて課題が与えられ、その際の記憶検索によってこの記憶情報が利用されたと考えられる。

二重交替学習は、よく成立した。動機づけの効果も期待とは違った面も含まれているが、立証することができた。問題は、 L_1 群が何故最高の成績を示したかである。この点を予備訓練中の対数反応時間で分析してみると、正・負の反応時間差は、 L_1 群が最大で 1.309, H_1 群と M_1 群はそれぞれ 1.079, 1.158 であった。この傾向は、二重交替学習の最初の 20 試行でも続いている (Table 11)。正・負の反応時間の差の大きいことは、この両者の弁別を容易にすると考えられるから、 L_1 群の成績が最もよくなるのは、当然である。 H_1 群と M_1 群ではむしろこの差は M_1 群が大きい傾向にあり、これは、 M_1 群の学習成績が H_1 群より低いことと矛盾している。つまり、正・負対数反応時間差から正反応率を矛盾なく説明できない。このことを説明する一つの方法は、できるだけ速くという反応速度の指示が動機づけを高め、脳の覚醒水準を上昇させ、これが中枢における情報処理過程を促進させたと考えることである。GSR のデータは、有意ではないとしても、 H_1 群の方が M_1 群よりも遙かに大きい。しかも、 M_1 群の値は、 L_1 群のそれよりも小さい。 L_1 群は、1 秒おきという足の反応の指示によって、むしろゆっくり反応することに努力したと考えられるので、覚醒水準は上昇し、GSR も高まったと推定される。そこで、 M_1 群は、最も動機づけの低い群であったと思われる。同様の関係は、タッピング速度と GSR の関係で著者によって見いだされている(馬場, 1966)。

結局、実験 I の結果は、正・負対数反応時間差が学習成績を規定していることを示唆しているほか、中枢の覚醒水準の要因も考えさせるものである。この点は、Hebb (1955) の仮説と一致して興味があろう。また、速度指示は、その速度に見合った動機づけを生じていないことが考えられる。そこで、次に、速度指示に自己関与的指示を加えて、この点を修正しようとした。

実験 II

目的

速度指示のほかに自己関与的指示を加えて与え、動機づけ指示の二重交替学習に対する関係を明らかにし、合わせて前実験との比較を行なう。

方法

被験者 男子大学生 45 名、15 名ずつ HA_2 , MB_2 , LC_2 の 3 群に無作為に割り当てられる。

装置 実験 I と同じ。

手続き 実験 I の速度指示の前に次の動機指示を与える以外は、実験 I と同一の手続きをとる。

HA_2 群 “これから行なう実験は、あなたの運動能力や知能をみるためのものですから、全力を集中して実験を受けて下さい。結果が悪ければ、もう一度来てもらいますから、そのつもりで頑張ってください。また、この実験の内容は、絶対に他の人に言ってはいけません。”

MB_2 群 “これから行なう実験は、私の研究のためのもので、運動能力に関係はありますが、特にあなたの知能や性格を見ようとしているものではありません。ただ、研究が正確な結果を生ずるためには、あなたの全面的協力が必要です。実験に全力を集中して下さい。”

LC_2 群 “これから行なう実験は、私が今研究を始めようとしている問題のための予備的な実験です。もちろん、あなたの性格や能力とは関係がありません。ですから、気楽に、のんびり、ゆっくりやって下さい。また、もしうまくできなくても、それは実験の方法が悪いためののかもしれませんから、気にしないようにして下さい。”

なお、実験時間を短縮するために、次の各試行後学習が成立しないときは、おのおの次の指示を与える。

第 20 試行終了後、被験者が位置固着連続 10 試行以上を示したとき、

FIG. 2. Acquisition curves for Group HA_2 , MB_2 and LC_2 in terms of the percentage of correct responses.

“問題が変わったのですから、よく注意してやって下さい。片側だけ押さなくてもよいですよ。”

第 40 試行終了後、解決不能のとき、

“いつでも、赤い光が早くつくようにキイを選んで下さい。”

第 60 試行までに解決不能のとき、

“ある順序で規則的に右左のキイを押して行くと、いつでも赤い光を早くつけることができますから、その規則性を発見するようにして下さい。”

結 果

正反応率については、Fig. 2 に示す。学習の初期では HA_2 , MB_2 , LC_2 の順に二重交替学習が成立して行くが、中期では MB_2 , HA_2 , LC_2 の順になっている。1 から 20 試行までの正反応数を 2 段階に分け群間の違いを χ^2 検定したところ、有意な差が認められた (Table 3)。学習完成までの試行数は、 $H=8.983$, $df=2$ で危険率 2% 以下で差があると言える。各群の中央値は、 HA_2 群 10.0, MB_2 群 16.0, LC_2 群 30.0 であった。結果は、きわめて常識的なものであった。

練習中の対数反応時間およびその分散分析表は Table 4, 5 に示す。この場合も明白な差があり、動機づけの増大につれて、反応時間の減少が見られる。GSR にも差があり、二重交替学習 20 試行までの結果をグラフに表わしたものが Fig. 3 で、その分散分析表は Table 6 に示す。 HA_2 群が高い値を示すのは当然であるが、 LC_2 群が MB_2 群よりもやや多い。もちろん、この後の 2 群の差は、 $t=0.4927$, $df=47$ で有意ではない。しかし注意を要する。興味ある点は、動機と学習の相互作用である。学習の進行につれて HA_2 群の GSR 値が高くなるが、 LC_2 群には変化が見られない。各群別に学習ブロックで分散分析を行なったところ、 $df=4$ と 56 で、 HA_2 群 $F=3.681$ で 1% で有意差があったが、 LC_2 群、 MB_2 群の F はそれぞれ、0.304, 1.207 で有意な差は検出されなかった。

考 察

正反応率は、動機づけの増大と共により高い値を示す

FIG. 3. Curves of GSR score on double alternation learning for Group HA_2 , MB_2 and LC_2 .

TABLE 3

Number of subjects which are high and low in performance for the three experimental groups

Number of correct responses	Trials 1—20				Trials 21—40			
	HA_2	MB_2	LC_2	Total	HA_2	MB_2	LC_2	Total
6—11	4	7	11	22	3	1	4	8
12—20	11	8	4	23	12	14	11	37

$$\chi^2=6.581 \quad df=2 \quad p<.05$$

TABLE 4

Mean log reaction times in pre-training (Sums for two trials)

Response	HA_2	MB_2	LC_2	Total
Correct	1.498	1.569	1.686	1.585
Incorrect	2.539	2.686	2.878	2.701
Total	2.019	2.128	2.282	2.143

TABLE 5

Analysis of variance of log reaction times in pre-training

Source	SS	df	V	F	p
A Motivational instructions	1.0507	2	0.5254	(11.887)	<.005
B Correct or incorrect	28.0361	1	28.0361	1709.518	<.005
A × B	0.0853	2	0.0427	2.604	
I Individual differences	1.8555	42	0.0442	2.695	<.005
I × B	0.6892	42	0.0164		
Total	31.7168	89			

TABLE 6

Analysis of variance of GSR scores ($\sqrt{\sum \sqrt{GSR}/\log RT}$) in double alternation learning for 20 trials

Source	SS	df	V	F	p
A Motivational instructions	36.7511	2	18.3756	8.156	<.005
B Blocks in learning	4.5783	4	1.1446	50.871	<.005
A × B	4.9275	8	0.6156	27.373	<.005
I Individual differences	94.6246	42	2.2530	100.133	<.005
I × B	63.7741	168	0.0225		
Total	204.6556	224			

から、期待通りの結果で問題はないように見える。しかし、ここで Spence の理論から考察すれば、二重交替学習がいわゆる困難な学習であって、正反応傾向が負反応傾向よりも小であり、動因の増大はかえって正反応率を低下させると推論できるであろう。しかも、ここでは位置学習の後に二重交替学習を行なわせたため、すべての被験者は、位置学習がより強い傾向を持っていたと考えられる。もしそうであるなら、Spence の理論は、全く適用できない。なお、正・負対数反応時間差について見ると、練習中のその値は、Table 4 から HA_2 群 1.041, MB_2 群 1.117, LC_2 群 1.192 となり、動機の高い程少なくなる傾向を示している。

ここで、前実験結果との比較を、両実験を合わせて分散分析することで行なってみると、実験 I と II の差は、反応時間、GSR、20 試行中の正反応数いずれについても有意でなかった。 F の値は、いずれも 1 以下であった。

結局、両実験には大きな違いはなかった。ただ動機づけによる正反応率の違いは、成績順位が実験 I と II で変わったため、一応注意すべきものであろう。実験と教示動機との相互作用は、 F 値 2.743, $df=2$ と 78 で 5% の危険率に達しないが、ややそれに近い値である。実験 I では L 条件が最も成績がよく、実験 II では HA 条件が最も良い遂行を示した。この違いが意味あるものとするれば、その原因は、実験 II で加えた自己関与的教示にあるとしなければならないだろう。GSR や反応時間に両実験の違いがなく、正反応率にのみ違いがあり、しかも正・負対数反応時間差が正反応率に対応していないとすると、この自己関与的教示の効果には、ある疑いが生じて来る。あえて表現すれば、自己関与的教示は、動機づけというよりは、実験目的の明確化によって規則学習に一種の情報を提供し、その結果この学習が促進されたのではないかということである。

FIG. 4. Curves of percentage of correct responses for the motive instruction.

Instruction	A_3	HA_3	B_3	MB_3	C_3	LC_3	H -value
Motive	19.0		64.5		18.5		2.462
Motive plus speed		26.0		16.0		7.0	7.220*
U -value	79.0		94.5		86.0		

* $p < .05$

TABLE 8
Mean log reaction times in pre-training
(Sums for two trials)

Response	A_3	HA_3	B_3	MB_3	C	LC_3
Correct	2.015	2.004	1.993	2.086	2.012	2.264
Incorrect	2.624	2.602	2.624	2.702	2.610	2.886
Mean	2.319	2.303	2.308	2.394	2.311	2.575

この最後の推論を否定するためには、自己関与的動機が学習に対して妨害的效果が生ずることを示せばよいであろう。問題を更に困難にすれば、Spence の理論の予測するように、より高い動機がより低い正反応率を生ずるかもしれない。

実験 III

目的

正・負の反応時間差を減少させて課題を困難にした場合に、動機づけの増大が学習に対して妨害的效果を生ずるかどうかを確認すると共に、自己関与的教示のみの効果を明らかにしようとする。

方法

被験者 男子大学生 72 名。

FIG. 5. Curves of percentage of correct responses for the speed-plus-motive instructions.

TABLE 9
Analysis of variance of log reaction times in pre-training

Source	SS	df	V	F	p
A Motivational instructions	0.43895	2	0.21948	(5.494)	<.01
B Speed instructions plus or not	0.44422	1	0.44422	(11.727)	<.005
C Response correct or incorrect	13.49705	1	13.49705	2142.39	<.005
A × B	0.48460	2	0.24230	(6.397)	<.005
A × C	0.00245	2	0.00123		
B × C	0.00001	1	0.00001		
A × B × C	0.00277	2	0.00139		
I Individual differences	2.50013	66	0.03788		
I × C	0.41602	66	0.00630		
Total	17.78620	143			

TABLE 10
Analysis of variance of GSR scores ($\sqrt{\Sigma \text{GSR}}/\log \text{RT}$) in double alternation learning

Source	SS	df	V	F	p
A Motivational instructions	0.5309	2	0.2655		
B Speed instruction plus or not	3.5007	1	3.5007	(1.547)	
C Response correct or incorrect	1.2653	4	0.3163	1.702	
A × B	7.4962	2	3.7481	(1.656)	
A × C	3.0227	8	0.3778	2.032	<.05
B × C	0.8952	4	0.2238	1.204	
A × B × C	1.1958	8	0.1495		
I Individual difference	149.3714	66	2.2632		
I × C	49.0811	264	0.1859		
Total	216.3593	359

FIG. 6. Curves of GSR score on double alternation learning under six motivational conditions.

装置 前実験に同じ。

手続き A₃ 群, B₃ 群, C₃ 群の教示は, それぞれ前実験 HA₂, MB₂, LC₂ 群の速度教示を除いた動機教示を与える。HA₃, MB₃, LC₃ 各群の教示は, 前実験の対応する群と同一の動機—速度教示を与える。各群 12 名ずつ。課題は, 困難にされ, 正反応の際のペダル押し反応の回数は 6 回にされた。負反応のペダル押しの回数はこれまでと同じ 12 回である。

結果

各群の学習曲線を Fig. 4, 5 に示す。学習完成までの試行数の中央値および検定結果は, Table 7 に示す。動機・速度教示群 HA₃, MB₃, LC₃ 群間に有意な差が認められ, 動機づけの高いほど学習が遅れることが示された。動機教示群 A₃, B₃, C₃ 群間には有意な差はないが, 傾向としては, C₃, A₃, B₃ 群の順に正反応率が低くなり, 実験 I と同じ結果になっている。

反応時間の結果も同様の傾向を示すが (Table 8), 分散分析によって (Table 9) 動機強度, 速度教示を加えた

TABLE 11

Analysis by the difference between the positive and negative log reaction times; the percentage of correct responses and the mean differences for first 20 trials in double alternation learning

Groups	Exp. I H ₁	Exp. II HA ₂	Exp. III A ₃	Exp. III HA ₃
Percent correct	63.5	69.0	55.0	55.4
Mean Z-values	0.345	0.496	0.126	0.136
log positive reaction times	0.660	0.637	0.935	0.927
negative	1.190	1.199	1.197	1.202
d. The differences	0.530	0.562	0.262	0.275
Z/d	0.651	0.883	0.481	0.495

Groups	Exp. I M ₁	Exp. II MB ₂	Exp. III B ₃	Exp. III MB ₃
Percent correct	50.7	58.3	59.2	60.8
Mean Z-values	0.018	0.210	0.233	0.274
log positive reaction times	0.720	0.732	0.944	0.962
negative	1.252	1.282	1.207	1.237
d. The differences	0.532	0.550	0.263	0.275
Z/d	0.034	0.382	0.886	0.996

Groups	Exp. I L ₁	Exp. II LC ₂	Exp. III C ₃	Exp. III LC ₃
Percent correct	65.1	51.7	63.3	71.2
Mean Z-values	0.338	0.043	0.340	0.559
log positive reaction times	0.803	0.810	0.952	1.143
negative	1.434	1.448	1.220	1.338
d. The difference	0.632	0.638	0.268	0.195
Z/d	0.535	0.067	1.269	2.867

かどうかについても有意差が検出された。また両者に相互作用があり、速度教示を添加した群では反応時間が動機の増大と共に減少するのに対して、動機教示のみの群では反応時間に変化がない、このことを見るために前者と後者を別にして分散分析したところ、後者は、 $F=0.030$ で差がなく、前者は $F=9.365$, $df=2$ と 23 で 0.5% 水準で有意な差が認められた。かくして、自己関与的教示のみでは反応を速めるものではないことが示された。正・負反応時間には当然大きな差があるが、他の変動因との相互作用は検出されなかった。各群の正・負反応時間差には違いが見られなかった。

GSR については、ほとんど有意な差は生じなかった。二重交替学習 20 試行までの結果を図示すると Fig. 6 のようである。分散分析は、動機と学習ブロックに相互作用を示した (Table 10)。第 4、第 5 ブロックでは、速度教示添加群が期待された動機づけ傾向と一致している。

考 察

教示の効果について反応時間と GSR の傾向から判断すると、速度教示と動機教示を同時に与えた場合に期待された動機づけ効果があり、自己関与的動機教示だけでは不十分であることを示している。実験 I においても、速度教示のみでも動機づけの明確な効果が得られなかったことを考えると、結局、両者を組み合わせて教示することが、人間の動機づけには必要なことのようにである。正確さや解決することのみの指示があっても、いくら遅くてもよいのであれば、動機づけにはならないのは自明である。また、速度のみによって動機づけようとするのは、いくら間違えても速くやりさえすればよいのでは、課題に対して動機づけたことにはならない。ここで、最も簡単に言って、“できるだけ速く正確に”ということが課題に対する動機づけにとって本質的に重要であることを示している。

前実験の考察において、自己関与的教示が課題解決に対して直接情報を提供しているのではないかと考えられたが、自己関与的教示だけでは、動機づけとしての明確な効果がないばかりか、B₃ 群の学習成績が最低となり、A₃ と C₃ 群ではほとんど差がない。これは与えられた教示の質と矛盾するし、また何よりも HA₃, MB₃, LC₃ 群の遂行が与えられた情報の質と逆になっていることから、上記の仮説は簡単に否定されてしまう。

ところで、実験 II と実験 III の HA₃, MB₃, LC₃ の群の結果は、全体として Spence の説明が比較的よく適合する。ただし、これは、困難な問題とは正反応傾向が負反応傾向より小であり、容易な問題ではその逆であると仮定してのことである。しかしながら、ここでは二重交替という反応型への傾向と定位置に反応するとか他の反応型への傾向とが選択されると考えることができる。この場面での容易な問題にしろ、困難な問題にしろ、二重交替という正しい反応傾向は、それが生ずるまでは、他の反応傾向よりも低いことは明らかである。また、この実験では、第 1 試行から二重交替をした例はないし、位置学習が先行しているので、二重交替への反応傾向がその他の反応傾向よりも実験当初から大であることはない。したがって、Spence の理論によっては、この問題で動機づけが遂行を促進することを説明できない。ここでは Spence の理論は、厳密な適用に耐えない。

Hebb (1955) の説明は、他方、中程度の動機が最も成績の悪い実験 I、実験 III の動機教示のみの群については矛盾してしまう。彼の理論では中程度の動機が最高の遂

行を生じなければならないからである。しかし、実験Ⅰの M_1 群は最低の GSR 値を示していた。これが覚醒水準を表わすとすれば、この点では Hebb の理論に一致することになる。しかも最も成績のよかった L_1 群が中程度の GSR 値を示すので、実験Ⅰの結果は、彼の論に完全に一致する。ただ、実験Ⅱでは HA_2 群が最高の遂行を示し、 LC_2 群が最低の成績であるのは、矛盾するし、実験Ⅲの動機づけが一方的に遂行を低下させる HA_3 、 MB_3 、 LC_3 群の場合を説明できない、かくして、彼の論もそれだけでこの問題に対して一貫した説明を提供していない。

そこで、反応時間の面から分析を試みる。実験Ⅰは、正・負対数反応時間差と正反応率はある程度の対応を見せていた。この点を詳細に見るために、正・負対数反応時間差分析を試みると、Table 11 のようである。いずれも 20 試行までのデータに基づいている。表中 z 値は、正反応率 -50% の値を面積値として確率積分表によって z に変換したものである。20 試行全体としても L_1 群の正・負対数反応時間差が最大であることが分かる。ここで z/d は、この時間差と比較しての正反応傾向で、これは一種の学習効率と考えられる。 z/d の値も L_1 群が最大となる。実験Ⅱでは、反応時間差は MB_2 と HA_2 群とがほぼ等しく、 LC_2 群が最大で実験Ⅰとほぼ同じ関係にあるが、学習成績の順は、 HA_2 、 MB_2 、 LC_2 群となり、 z/d 値もこの順になっている。実験Ⅰと実験Ⅱの違いは、実験Ⅱで動機教示が加えられたことのみであった。実験Ⅲの 6 群は、動機づけの高い程 z/d の値が減少していることを示しており、この点では実験Ⅱと全く逆である。両実験の違いは、問題の困難度であった。著者のネズミを用いての実験（馬場、1972）では、 z/d の値には動因によるこのような違いは見られないので、この点人間と動物では何らかの違いを予想させるものである。いずれにしても、容易な問題では動機づけの増大にしたがって学習効率がよくなり、困難な問題では学習効率が悪くなることが見いだされた。

結局、人間の場合、反応時間差が正反応率に寄与しているとしても、それがすべてではないことは、明らかである。動物での著者の分析（馬場、1972）が正しいものとすれば、 z/d の値は動機づけが異なっても各群ほぼ等しくなければならないのに、このことは人間ではあてはまらない。しかも動機教示が問題解決のための情報を提供することでもなかった。それでは何がこの矛盾を説明できるのであろうか。Spence や Hebb の論もこのことを完全には説明できなかった。

実験Ⅲで明らかになったことは、動機づけが高まると学習成績が低下することであり、これは反応時間差分析から z/d の値つまり学習効率が低下するという形でも表現された。しかもこれは、反応速度の増大を伴ってい

た。このことから、困難な学習の場合に反応速度を速めることがその学習に妨害的效果を与えているとも解釈できる。容易な学習の実験Ⅱでは、逆に反応速度の増大は、その学習の促進を伴っている。これらの両方の事実は、既にスピード・ストレスの実験で明らかにされていることでもある。しかし、スピード・ストレスによる干渉効果が生ずるためには、何等かの対立する反応傾向が存在しなければならない。これに関し、本実験で注意すべきことは、被験者にとって課題はおおよそ二種あったのではないかということである。一つは、光信号に対して手でキイを押し、足でペダル反応をすることであり、他はキイの押し方についての規則性の発見である。第1の課題を速くすることは、少なくとも学習の初期ではかなり被験者の努力を要することであって、このことの遂行が、反応時間の弁別と規則性の発見に妨害的となることは、容易に類推できる。この実験での困難な課題で、正と負の反応時間を弁別することは、やや難かしく、恐らく努力を要するのであろう。このときに反応を速める指示は、この弁別と反応の規則性の発見という情報処理に干渉することは明らかである。

容易な課題では、正・負の反応時間の弁別には努力を要せず、反応速度の干渉を受けずにすみ、むしろ動機づけの増大によって規則性の発見という情報処理に努力を集中することができるのではないと思われる。要するに、Spence の如く対立習慣強度の問題として考えるのではなく、対立する心理過程間の干渉の問題として考えれば、この種の問題に一貫した説明が可能であると思われる。つまり、動機づけが、課題の性質との関係でどの心理過程を促進するか、その結果どのような干渉効果が情報処理過程に波及するかが問題であり、その結果によって動機づけが学習過程を促進したり妨害したりすると考えることができる。

要 約

大学生を被験者として、二重交替反応を学習させる 3 つの実験が行なわれ、教示による動機づけの遂行に対する効果が分析された。

実験Ⅰにおいては、被験者の 2 つの電鍵の選択によって、片方のキイを押すときは足のペダル押し反応の数が 3 倍になり、他のキイを押すときはペダル反応の数が 3 分の 1 ですむようになっている。後者が正反応と定義され、初めに位置学習が、次いで二重交替反応が学習された。実験前に、非常に速く (H_1 群)、普通の、自然な速さで (M_1 群)、非常にゆっくり (L_1 群) の速度教示が与えられた。学習完成までの試行数は、 M_1 群が最も多く、 H_1 、 L_1 群の順に少なくなり、群間に有意な差が見られた。

実験Ⅱでは、実験Ⅰのそれぞれの速度教示のほか、

HA₂ 群には自己関与的教示が加えられ、MB₂ 群には実験に協力するという比較的中性的教示が、LC₂ 群では装置のテストとしてという課題中心的教示が加えられた。結果は、動機づけの増大にともない遂行がよく、LC₂, MB₂, HA₂ 群の順に成績が良くなった。

実験Ⅲでは、正・負のペダル押し反応の数が6対12にされた。実験Ⅱの速度教示を除いた A₃, B₃, C₃ 群では、遂行は、B₃, A₃, C₃ 群の順に良くなっており、実験Ⅰと同じ傾向を示したが、有意な差は検出されなかった。実験Ⅱの教示がそれぞれそのまま用いられた HA₃, MB₃, LC₃ 群では、この順に成績が良くなり、動機づけの妨害的效果を示した。

上に述べた結果と反応時間と GSR の結果を総合すれば、動機づけ教示は、自己関与的教示と速度教示を組み合わせ与えることが、いわゆる動機づけとしての効果を最も良く示すものと考えられる。

反応時間の検討から、正と誤の対数反応時間の差は、正反応率を規定するものと考えられたが、それだけでは正反応率を説明できず、むしろ反応速度を速めることが困難な学習に妨害的效果を与えるという仮説が提出された。

結局、教示による動機づけと二重交替学習の関係は、正・負反応時間差、反応速度の学習に対する干渉効果によって規定されているように思われる。

引用文献

- 馬場道夫 1966 動機づけの測定としての GSR とタッピング速度 小樽商科大学 人文研究, 31 輯 73—96.
- 馬場道夫 1968 教示による動機づけと GSR・反応時間・選択反応 日本心理学会第 32 回大会発表論文集, Pp. 80.
- 馬場道夫 1970 教示による動機づけと学習 II——選択反応学習における予備訓練の有効性について——日本心理学会第 34 回大会発表論文集, Pp. 305.
- 馬場道夫 1972 動因の関数としての正反応率と走行時間 心理学研究, 43, 76—85.
- Castaneda, A. 1956 Effects of stress on complex learning and performance. *Journal of Experimental Psychology*, 52, 9—12.
- Castaneda, A., & Lipsitt, L. P. 1959 Relation of stress and differential position habits to performance in motor learning. *Journal of Experimental Psychology*, 57, 25—30.
- Castaneda, A., & Palermo, D. S. 1955 Psychomotor performance as a function of amount of training and stress. *Journal of Experimental Psychology*, 50, 175—179.
- Das, J. P., & Panda, K. C. 1963 Two-choice learning in children and adolescents under reward and nonreward conditions. *Journal of General Psychology*, 68, 203—211.
- Edwards, W., 1956 Reward probability, amount, and information as determiners of sequential two-alternative decisions. *Journal of Experimental Psychology*, 52, 177—188.
- Hall, J. F. 1966 *The Psychology of Learning*. New York: Lippincott.
- Hebb, D. O. 1955 Drives and the C. N. S. *Psychological Review*, 62, 243—254.
- Leibowitz, S. L. 1966 The motivational effect of value symbols and competition upon problem solving behavior in children. *Journal of Genetic Psychology*, 108, 327—332.
- Nakamura, C. Y., & Krudis, B. R. 1967 Evaluation of a response speed measure of incentive value of a reward. *Journal of Experimental Psychology*, 74, 44—49.
- Reuder, M. E. 1956 The effect of ego-orientation and problem-difficulty on muscle action potentials. *Journal of Experimental Psychology*, 51, 142—148.
- Spence, K. W. 1958 *Behavior theory and selective learning*. In M. R. Jones, (Ed.), *Nebraska Symposium on Motivation 1958*. Lincoln, Nebr: Univ. Nebraska Press.
- Willett, R. A. 1964 Experimentally induced drive and performance on a five-choice serial reaction task. In H. J. Eysenck, (Ed.), *Experiments in Motivation*, London: Pergamon.
- Wood, P. J. 1959 The effects of motivation and probability of reward on two-choice learning. *Journal of Experimental Psychology*, 50, 380—385.

SUMMARY

A series of three experiments was designed to investigate the relationship of performance at a double alternation learning to the motivational instructions. It was assumed that the percentage of positive responses should be related to the DPN (difference between positive and negative log reaction times).

The male college students serving as subjects were required to depress either of two finger keys. They had to find depression of which key resulted in fewer numbers of pedal-presses to turn on an end signal. After receiving 12 trials in the position learning situations, the subjects were run the double alternation learning.

In Exp. I, there were three groups designated as H_1 , M_1 , and L_1 , where H, M, and L denoted three degrees of response speed. Group H_1 was instructed to perform at full speed, group M_1 at medium speed, and group L_1 very slowly. In the double alternation learning, the three groups differed significantly in the number of trials needed to reach the criterion. The median numbers of trials to reach the criterion for group H_1 , M_1 , and L_1 were 26.0, 30.0, and 14.0, respectively. The DPN for group L_1 was greater than for the other two groups.

In Exp. II, the subjects were assigned to any one of the three groups, HA_2 , MB_2 , and LC_2 . In addition to each speed instruction, the groups were given three kinds of motive instructions, A, B, and C, where A denoted an ego-oriented instruction, B a research-oriented instruction, and C a task-oriented instruction. It was demonstrated that the higher the subjects were motivated, the more correctly they responded. The mean GSR score for

group HA_2 was the highest of the three groups. Group LC_2 , the least motivated, showed the greatest DNP of the three groups as in Exp. I.

In Exp. III, there were six groups. Three groups were designated as A_3 , B_3 , and C_3 , where the three group labels, A, B, and C, respectively indicated the same motive instruction as in Exp. II. The other three groups were designated as HA_3 , MB_3 , and LC_3 , where H, M, and L referred to the same speed instructions as in Exp. I. Subjects' task in Exp. III was made more difficult than that in Exp. II; the difference between the numbers of positive and negative pedal-presses required was decreased. The three groups, A_3 , B_3 , and C_3 , did not differ significantly from one another in the number of trials to reach criterion (Table 7). The curves of percentages of correct responses for these groups revealed the same trend as those in Exp. I (Fig. 4). The results of group HA_3 , MB_3 , and LC_3 indicate that the higher the subjects were motivated, the faster but the less correctly they responded. The percentages of correct responses for the six groups could not be related to the DPNs (Table 11).

The following conclusions may be drawn.

(1) Motivational instructions were more effective when the speed instruction and the motive instruction were given in their combination than when each was given independently.

(2) The effect of motivation on the correct response tendency was not attributable only to the DPN. It was suggested that acceleration of response should interfere with information processing.