

岡山大学文学部紀要
16, 53-62. (1991年)

人の心を読む

—選択行動における予測問題—

長谷川 芳典

人の心を読む

—選択行動における予測問題—

長谷川 芳典

本研究は、0～9の数字を次々と選ぶ行動において選択者の反応内容をどこまで予測できるか、つまり「選択者の心をどの程度まで読むことができるか」について、筆者自身の最近の実験的検討の概略をまとめたものである。

ここに述べる選択とは、選択者が、比較的自由に、あるいはなるべく予測されないように数字を選ぶ行動のことをいう。選択行動が特定の規則に基づく強化随伴によってコントロールされているような状況は、できる限り除外される。たとえば、1を選べば1円、5を選べば5円というように、選んだ数字に相当する金額が受け取れるような状況は除外されなければならない。このような状況では、形式上は0～9という10通りの選択肢が与えられていても、強化随伴の力によって、選択内容がほとんど一義的に統制されてしまうからである。

比較的自由に、あるいはなるべく予測されないように数字を選ぶという意味での選択行動の予測問題は、「乱数生成テスト」における反応系列の分析と密接につながっている。乱数生成テストとは、「なるべくランダムになるように数列を作ってください」、あるいは「なるべく予想されないように数字を選んでください」というような言語的教示のもとで被験者に主観的な乱数列を生成させるテストの総称である。ここでもし人間が完全なランダム系列を生成できるならば、「0～9の数字のうちどれを選ぶか」という予測は、サイコロの目を予測するのと同様に不可能になる。しかし、これまでの諸研究は、総じて、人間は完全な乱数系列を作れないということを明らかにしている (Tune, 1964; Wagenaar, 1970; 長谷川, 1989; 1990)。人間が完全な乱数列を作れないということは、生成された数列にある種の規則性があるということを意味する。したがって、その規則性を明らかにしていけば、選択内容の予測的中率を高めることができる。

従来の乱数生成行動の分析では、しかしながら、反応系列のランダム性に関心が向けられていたため、反応内容の予測方略についてはじゅうぶんな検討がなされてこなかった。本研究では、種々の条件下のもとで選択される反応系列を3通りの予測方略で予測し、各方略の的中の割合と限界を比較検討することを目的とする。

実験1

種々の条件下で生成された反応系列を3通りの予測方略で予測し、その的中率を比較する。

方法

各被験者は、以下に述べるような5通りの生成条件下で数字を選択した。1セッションあたりの選

択数は505回または601回であったが、今回の研究では、これらのうちの400回目までの選択内容を分析の対象とした。

被験者 短大生および大学生63名。

生成条件

1. 筆記条件 (「W条件」, 15名)

各被験者は、日本語ワープロソフト(商品名「一太郎 ver3.0」)入力画面において、長方形の枠内に0～9の数字を書き込む。被験者に対する教示は「0～9の目をもつサイコロあるいはルーレットを繰り返し用いることを想定して、なるべくランダムになるように数字を選択してください」とした。

2. 変動比率強化条件 (「VR条件」, 14名)

各被験者は、パソコン(PC9801VR2)のディスプレイに向い、タッチパッド(オムロン製, TP98A)上の10個の選択キーを次々と押す。選択キーは2行5列に配置されており、上段には左から順に0～4、下段は5～9の数字が付されていた。実験は、テレビゲームのような方式になっており、選択キーを押すたびに50%の確率でランダムに得点が与えられるようになっている(画面その他、詳細については長谷川, 1989を参照)。被験者には「数字の選び方を工夫して、なるべくたくさん得点をとってください」と教示した。

3. 低頻度ダイグラム強化条件 (「DL(A)条件」10名, 「DL(B)条件」18名)

上記の変動比率強化条件(VR条件)と同様、被験者はテレビゲームのような実験環境下で10個の選択キーを次々と押す。パソコンは、被験者が数字を生成するたびに、その直前に生成された数字との組合せで決まるダイグラムの生起を記録する。たとえば、「4」の次に「5」を選んだ場合のダイグラムは「45」ということになる。そして、セッション開始からその時点までのダイグラムの出現頻度を参照し、生起可能な10通りのダイグラムのうち、相対的に出現頻度の少ない5個のダイグラムのいずれかが生起した場合に限って、得点を与えた。たとえば、「4」を選んだ直後では、「40」, 「41」, 「42」, ……「49」という10通りのダイグラムの生起が可能であるが、そのうちで過去の生起頻度が少ない5個のダイグラムのいずれかが選択された場合に限って得点が与えられた(画面その他、詳細については長谷川, 1989を参照)。

DL(A)条件では、各被験者は変動比率強化条件とまったく同じ実験室内でまったく同じ装置を用い、個別に実験に参加した。DL(B)条件は、岡山大学心理学初級実験の一環として、岡山大学総合情報センターのパソコン端末室内で、いっせいに実験に参加した。

4. 変動比率強化+言語的教示付加条件 (VR+I条件, 6名)

実験環境は変動比率強化条件と同様であるが、被験者に対しては「0～9の目をもつサイコロあるいはルーレットを繰り返し用いることを想定して、なるべくランダムになるように数字を選択してください。得点獲得の有無は無視して、とにかく自分がランダムである思うとおりに選んでください」と教示した。

5. 低頻度ダイグラム強化+言語的教示付加条件 (DL+I条件, VR+I条件実施後に同じ被験者6名に対して実施)

実験環境は低頻度ダイグラム強化条件と同様であるが、被験者に対しては「0～9の目をもつサイ

コロあるいはルーレットを繰り返し用いることを想定して、なるべくランダムになるように数字を選択してください。ランダムであるほど得点が増えますので、それを手がかりにして、なるべくランダムになるように努力してください」と教示した。

予測方略

以下に述べる3通りの方略で、被験者の選択内容を予測した。被験者はつねに0～9の10通りの選択が可能であるが、本研究では、このうちの5通りを予測した。したがって、純粋な乱数列に対する「予測」を試みた場合の的中率は50%であり、的中率が有意に50%を越え100%に近ければ近いほど、精度の高い予測方略ということになる。

なお、いずれの条件においても、予測の対象は実験セッション開始後301回目から400回目までの100反応とし、各反応の直前までの反応系列の特徴に基づいて予測を行なった。

1. 単純頻度予測方略

被験者がn回目($300 \leq n \leq 399$)までに選択した各数字の単純頻度をもとに、頻度の高いほうから5個の数字を選び、n+1回目の予測数字とする。ただし、頻度がゼロのために順位がつけられない場合にはランダムに、また頻度がゼロ以上であるが等しい値であるために順位がつけられない場合には、新しく生起した数字ほど順位が低いものとして処理した。

2. 推移頻度予測方略

被験者がn回目($300 \leq n \leq 399$)までに選択した各数字からダイグラムの頻度を求め、n+1回目において出現可能な10通りのダイグラムのうち頻度の高い5個をもって次の選択内容を予測する。低頻度ダイグラム強化条件の箇所ですべて述べたように、ダイグラムとは、生成された数系列における隣合う2個の数字の組のことである。例えば、「3141592……」と選択した場合のダイグラムは「31」, 「14」, 「41」, 「15」, 「59」, 「92」, ……となる。n回目に「2」を選んだ場合、n+1回目において出現可能なダイグラムは「20」から「29」までの10通りであり、このうち過去の出現頻度の高い5個のダイグラムから次の選択内容の予測を行なう。

3. 階差頻度予測方略

被験者がn回目($300 \leq n \leq 399$)までに選択した各数字から階差の絶対値の推移頻度を求め、n+1回目において出現可能な10通りの階差のうち頻度の高い5個をもって次の選択内容を予測する。ここでいう階差の推移頻度とは、次の式に基づいて算出されるn-1回目及びn回目の階差から求められる「階差のダイグラム」の頻度のことである。

$$n-1 \text{ 回目の階差} : (R_{n-1} - R_{n-2} + 10) \text{ MOD } 10$$

$$n \text{ 回目の階差} : (R_n - R_{n-1} + 10) \text{ MOD } 10$$

ただし、 R_{n-2} , R_{n-1} , R_n は、それぞれn-2回目、n-1回目、n回目を選択された数値である。

また、「a MOD b」は、整数aを整数bで割った時の余りを意味するものとする。たとえば、n-2回目、n-1回目、n回目に、それぞれ、3, 1, 4が選択された場合のn-1回目の階差は、 $(1 - 3 + 10) \text{ MOD } 10 = 8 \text{ MOD } 10 = 8$, n回目の階差は $(4 - 1 + 10) \text{ MOD } 10 = 13$

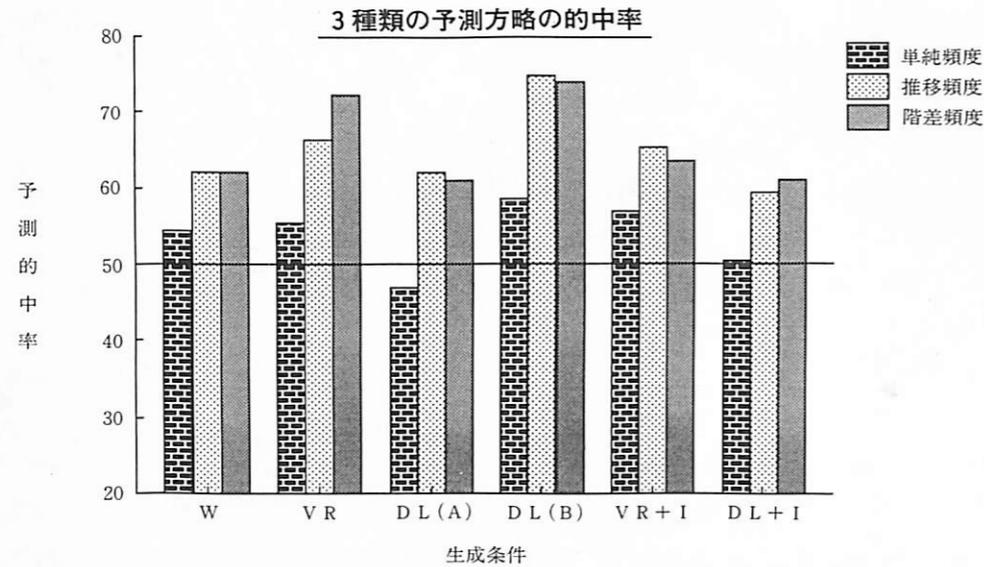


Fig. 1 実験1: 5通りの条件下で生成された数系列の301回目から400回目までの反応内容を, 3種類の予測方略で予測した際の的中率を比較した。W:筆記条件, VR:変動比率強化条件, DL(A)・DL(B):低頻度ダイグラム強化条件, VR+I:変動比率強化+言語的指示付加条件, DL+I:低頻度ダイグラム強化条件+言語的指示付加条件。

MOD 10=3であり, これらから「83」という「階差のダイグラム」が1回出現したと計算される。

以上に示した3種類の予測方略は, 実験2以下でも同様に用いられた。

結果及び考察

3種類の予測方略による的中率の中央値を生成条件別に Fig. 1 に示した。いずれの条件においても, 可能な選択肢は0~9の10通りであり, このうちの5通りを予測した。したがって, デタラメに予測した場合の的中率は50%となり, これより有意に高い場合にはその予測方略の有効性が確認されたことになる。

3種類の予測方略の中では, いずれの条件においても, 単純頻度予測方略の的中率が最も低かった。W条件, VR条件, DL(A)条件, DL(B)条件を込みにした57名中, 単純頻度予測方略に基づく予測の的中率が3方略中, 最も低かった被験者は47名であった ($\chi^2=73.56, P<.01$)。特に, DL(A)条件においては, 単純予測方略による的中率が50%に満たない被験者数が60% (10名中6名) に達した。

これに対して, 推移頻度予測方略では, DL(A)条件の2名を除く55名, 階差頻度予測方略ではW条件の2名を除く55名, いずれも全体の96%の被験者に対する的中率が50%を上回った (いずれも, $CR=7.54, P<.01$)。これら2つの予測方略は, 今回の生成条件のもとで有効な予測方略といえる。

言語的指示を付加した6名に対して実施したVR+I条件, 及びDL+I条件においても, 推移頻度予測方略及び階差頻度予測方略による的中率は6名全員が50%以上であった ($P=0.016$)。被験者自身に「なるべくランダムに」ということ意識させようとさせまいと, 的中率には大きな違いは

でてこないようだ。

実験2

実験2では, 健常児26名に対して低頻度ダイグラム強化条件下で反応させ, 3種類の予測方略による的中率が, 暦年齢とどのような関係にあるのか, 検討した。

方法

被験者 幼稚園年少組 (3.9歳) から小学校6年 (12.0歳) までの健常児26名。⁽¹⁾

手続 実験1の低頻度ダイグラム強化条件とまったく同様の方式により, 0~9の数字を生成させ, 3種類の予測方略により, 実験セッション開始後301回目から400回目までの100反応を予測した。実験1同様, 各回における可能な選択肢は0~9の10通りであり, このうちの5通りを予測した。

結果及び考察

暦年齢を横軸として, 予測的中率との関係を図示した。Fig. 2 には, 単純頻度による的中率を, Fig. 3 には, 推移頻度及び階差頻度による的中率を示した。

単純頻度予測方略の的中率は全体として低く, 26名中12名 (46.15%) において的中率は50%を下回った。また, 年齢と的中率の相関は, 認められなかった (Pearson相関係数 $r=-0.09$, Spearman順位相関係数 $\rho=-0.17$, Kendall順位相関係数 $\tau=-0.10$)。このことは, 単純頻度予測方略では, 被験者の年齢にかかわらず, 予測があまり的中しないことを示唆している。

いっぽう, 推移頻度予測方略及び階差頻度予測方略による的中率は, 26名すべてにおいて50%以上であり, 年齢と的中率のあいだには, 負の相関関係を示す傾向が認められた (推移頻度予測方略: Pearson相関係数 $r=-0.55$, Spearman順位相関係数 $\rho=-0.60$, Kendall順位相関係数 $\tau=-0.40$; 階差頻度予測方略: Pearson相関係数 $r=-0.45$, Spearman順位相関係数 $\rho=-0.46$, Kendall

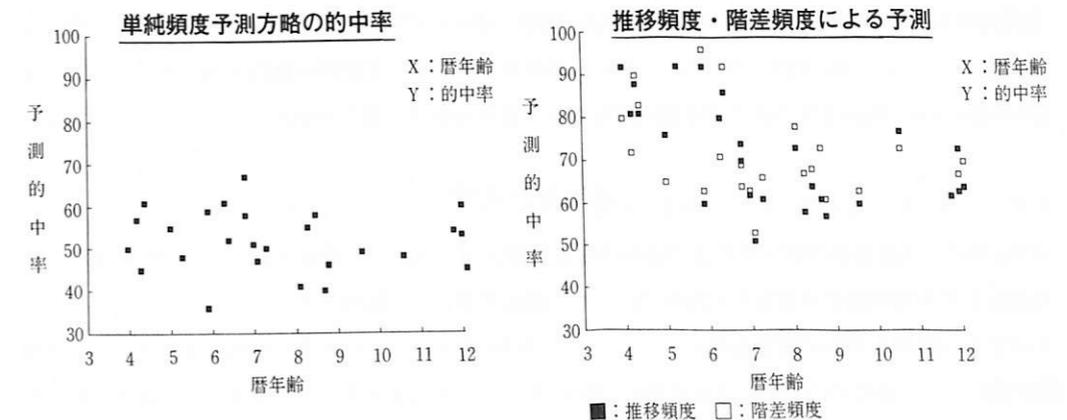


Fig. 2 実験2: 3.9歳から12.0歳までの健常児26名に対して, 低頻度ダイグラム強化条件を実施し, 単純頻度予測方略による的中率が, 暦年齢とどのような関係にあるのか, 検討した。

Fig. 3 実験2: 3.9歳から12.0歳までの健常児26名に対して, 低頻度ダイグラム強化条件を実施し, 推移頻度予測方略及び階差頻度予測方略による的中率が, 暦年齢とどのような関係にあるのか, 検討した。

順位相関係数 $r = -0.27$)。これらの傾向は、年齢の低い被験者では、推移頻度予測方略や階差頻度予測方略による予測がより高率で的中することを示唆している。

実験 3

実験 1 の低頻度ダイグラム強化条件では、各被験者に実施した実験セッションは 1 回限りであった。しかし、こうした実験セッションを反復実施すれば、被験者はその強化スケジュールに適應し、しだいに高得点を獲得できるようになるかもしれない。その場合は、予測の的中率は減少するであろう。実験 3 は、こうした反復実施による的中率の変化の可能性を、2 種類の強化随伴性のもとで検討することを目的とする。

方法

被験者 短大生 14 名 (H 1 ~ H 8 及び K 1 ~ K 6、いずれも、第 1 実験の V R 条件を経験した被験者である)。

手続 A B A B 実験計画に基づいて、強化随伴の違いが、各予測方略の的中率にどのような影響を及ぼすか検討した。まず、第 1 ベースライン期において、第 1 実験の V R 条件が、反応が安定するまで反復された。次に、第 1 訓練期において、H 1 から H 8 までの 8 名の被験者に対しては、第 1 実験の D L (A) 条件を 5 セッション反復した。K 1 から K 6 までの 6 名の被験者に対しては、かわりに、低頻度階差強化条件を 5 セッション実施した。低頻度階差強化とは、各反応直後における階差の推移頻度 10 通り (実験 1 : 階差頻度予測方略参照) の中で過去の出現頻度が少ない 5 通りの階差が出現した際に得点を与えるような強化スケジュールのことである。つぎに、すべての被験者に対して、第 2 ベースライン期として、第 1 ベースライン期と同様の V R 条件を 3 セッション反復した。最後に、第 2 訓練期として、第 1 訓練期と同様のセッションを反応が安定するまで反復した。

いずれの場合も、安定の基準は、直近 3 セッションにおける反応のランダム性指標の値が、同一条件期間内における最大値や最小値を含まず、かつ増加、減少いずれの傾向も示さないことであった。なお、各セッションは 601 反応で終了としたが、本研究では、第 2 訓練期の最終 3 セッションにおける 301 回目から 400 回目までの反応の予測的中率の中央値を分析の対象とした。

結果及び考察

Fig. 4 に、3 種類の予測方略による的中率を各被験者別に示した。なお、K 2 は、家庭の事情により最後まで実験に参加できなかったため、今回の分析対象からは除外した。

H 1 から H 8 までの被験者と、K 1 ~ K 6 までの被験者では、方略の違いと的中率の大きさとの関係に著しい違いが認められた。すなわち、低頻度ダイグラム強化条件が反復実施された H 1 ~ H 8 では、いずれも推移頻度予測方略より階差頻度予測方略のほうが的中率が高い。これに対して、低頻度階差強化条件が反復実施された K 1 ~ K 6 では、いずれも、階差頻度予測方略より推移頻度予測方略のほうが的中率が高かった。これらの結果は、強化随伴に適應するような反応系列が反復実施を通じて生じたことを示唆している。

反復訓練後の的中率

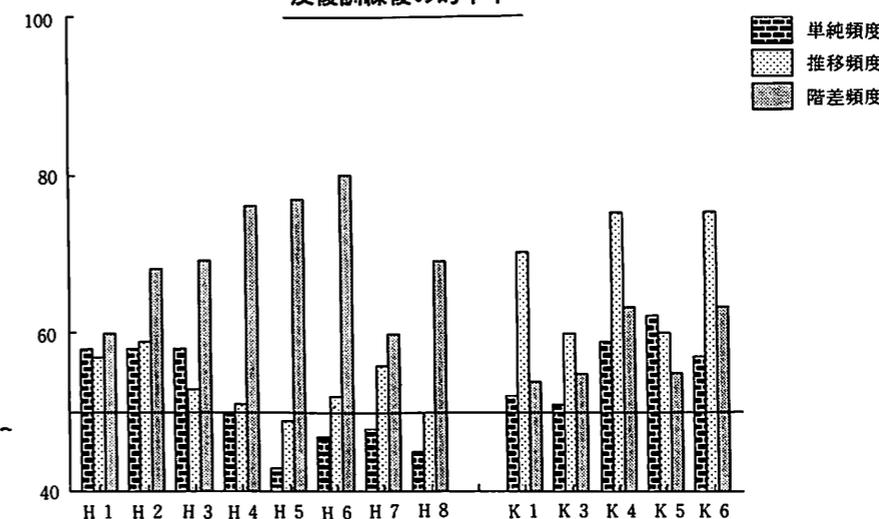


Fig. 4 実験 3 : 実験セッション反復実施後の反応系列に対する 3 種類の予測方略の的中率を比較した。H 1 ~ H 8 : 低頻度ダイグラム強化条件を反復。K 1 ~ K 6 (但し K 2 は除外) : 低頻度階差強化条件を反復。いずれも、反応が安定基準に達するまで反復した。

実験 4

最後に、サル (マカク類)、チンパンジーの選択行動を予測し、ヒトとの比較を試みる。

方法

被験体 5 頭のサル (M 5 のミニホンザルで 3 歳。他はアカゲザルで、M 1 は 2 歳、M 4 と M 7 は 3 歳、M 6 は 8 歳)、及び 3 頭のチンパンジー (C 1 は 9 歳、C 2 は 8 歳、C 3 は 6 歳)。いずれも京都大学霊長類研究所において飼育・管理されていた。⁽³⁾

装置 10 個の霊長類実験用の入力キー。配列や大きさは、ヒト用の入力キー (タッチパッド) と同様であった。

手続 5 頭のサルに対して、実験 3 における H 1 ~ H 8 と同様の A B A B 実験計画に基づく訓練を実施した。但し、強化刺激は得点の代わりにサツマイモの小片を用いた。3 頭のチンパンジーに対しては、低頻度ダイグラム強化条件のみを反復実施した。強化刺激は、果物小片や粒状のチョコレート菓子などであった。各セッションは 601 反応で終了としたが、本研究では、訓練期の反応が安定基準に達した時点での最終 3 セッションにおける 301 回目から 400 回目までの反応の予測的中率の中央値を分析の対象とした。

結果及び考察

Fig. 5 に、サル (M 1, M 4, M 5, M 6, M 7) 及びチンパンジー (C 1 ~ C 3) における

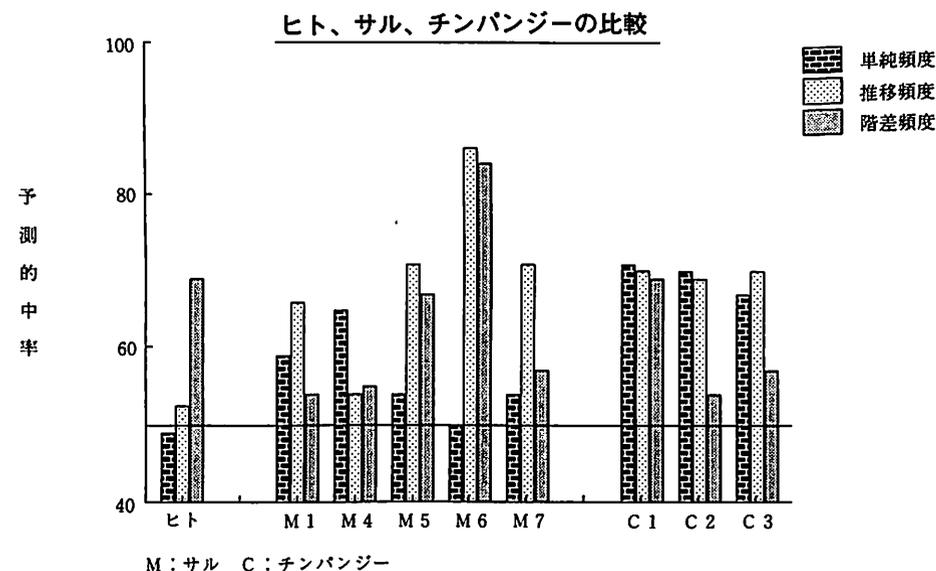


Fig. 5 実験4：低頻度ダイグラム強化条件をサル及びチンパンジーに反復実施した後の反応系列に対する予測方略的中率を比較した。

予測的中率を予測方略別に示す。比較のために、実験3におけるH1～H8の的中率の中央値も併せて図示した。

これに対して、サル、チンパンジーにおいては、M4を除き、階差頻度予測方略より推移頻度予測方略のほうが高い的中率を示した。いっぽう、実験3の結果が示したように、ヒト(H1～H8)の場合には、推移頻度予測方略より階差頻度予測方略のほうが的中率が高かった。じっさい、H1～H8のすべての被験者において、この傾向が認められた(Fig.4参照)。サルやチンパンジーにとっては、キー上に記された数字は単なる模様すぎないと思われる。これに対し、ヒトでは、数字を数値として扱い階差を手がかりに反応することが可能である。このことが、階差頻度による予測的中率を高める一因になっているのではないだろうか。

チンパンジーは、ヒトやサルに比べて、単純頻度予測方略による的中率が高かった。これは、訓練を反復しても、特定キーに対する固執傾向が改善されにくいことを示している。しかし、このことから、チンパンジーはヒトやサルに比べてステレオタイプな反応をする傾向にあると結論するのは性急であると思う。実験期間中、サルは給餌量を制限されていたが、チンパンジーの場合は給餌量の制限はなかった。こうした動機づけレベルの違いが結果に影響を及ぼした可能性がある。また、実験期間中、サルは本実験のみに使用されていたのに対して、チンパンジーは他の時間帯に別の弁別学習訓練を受けていた。一般に、弁別学習では、規則的な反応様式を獲得することが求められるため、本実験のような、不規則的なパターンで反応ほど有利になるような実験条件への適応が妨げられた可能性もある。

全体的考察

本研究では、選択者(被験体)が、比較的自由に、あるいはなるべく予測されないように数字を選

ぶ行動に対して、3種類の方略による反応内容の予測を試みた。Fig.1に示されたように、推移頻度予測方略や階差頻度予測方略を用いた場合には、おおむね60%～75%程度の的中率で予測することが可能であった。推移頻度予測方略や階差頻度予測方略は、いずれも「選択者の心のある程度まで読める」有効な方略ということができる。

Fig.3に示されたように、年齢の低い幼児では的中率は増加し、特に7歳未満ではおおむね70～95%程度の的中率で予測が可能であった。長谷川(1989, 1990)が指摘したように、幼児の場合、順繰りに隣キーを押すといったステレオタイプな反応傾向が認められる。こうした傾向が的中率を高める結果につながったものと思う。

実験3の結果が示すように、実験セッションの反復は、特定の方略による予測を難しくする。しかし、その反応傾向は、必ずしも数学的にランダムな反応系列の生成には向かわなかった。すなわち、低頻度ダイグラム強化条件を反復実施した場合には、推移頻度予測方略より階差頻度予測方略のほうが的中率が高くなるのに対して、低頻度階差強化条件が反復実施された場合には階差頻度予測方略より推移頻度予測方略のほうが的中率が高くなった。いずれの条件においても、被験者は、強化随伴の特性に適応するような反応様式を形成していったためであろう。

実験4において、推移頻度予測方略及び階差頻度予測方略の的中率は、被験体がサルの場合でおおむね55～90%、チンパンジーの場合で55～70%程度であった。アカゲザルM4などは、ヒトの中央値に近い中率を示した。⁽²⁾ ヒト以外の動物でも、訓練次第では、予測が比較的困難な反応系列を形成できることが示唆される。

今回の研究では、推移頻度予測方略及び階差頻度予測方略を導入したが、これらの的中率をはるかに上回るような、より効率のよい別の予測方略があるかどうか、さらに検討が必要である。また、Matsuda(1973)は、ランダムな選択は創造的思考の一翼を担う拡散的思考と密接な関係があると指摘しているが、ヒトはどこまで「心を読まれないように」選択することが可能かといった問題は、今後、こうした知能開発の側面からも検討していく必要がある。

注

- (1) これら健常児のデータの一部は、長谷川(1989)において、別の観点から発表した。
- (2) 推移頻度予測方略、階差頻度予測方略による的中率は、M4が順に、54%、55%、H1～H8の中央値は順に、52.5%、69%であった。
- (3) サル及びチンパンジーを用いた実験は、1989年度京都大学霊長類研究所共同利用研究(研究代表者：長谷川芳典、所内対応者：松沢哲郎)として行なわれた。

引用文献

長谷川芳典 (1989) 発達障害児の選択行動の柔軟性を測定するための新しい乱数生成テストの開発. 長崎大学医療技術短期大学部紀要, 3, 33-43.
 長谷川芳典 (1990) 発達障害児の選択行動の柔軟性を測定するための新しい乱数生成テストの開発——遷移リズムからみた特徴——. 長崎大学医療技術短期大学部紀要, 4, 61-66.
 Matsuda, K. (1973) Creative thinking and random number generation test. Japanese Psychological Research, 15, 101-108.

Tune, G. S. (1964) A brief survey of variables that influence random-generation. *Perceptual and Motor Skills*, 18, 705-710.

Wagenaar, W. A. (1972) Generation of random sequences by human subjects: A critical survey of literature. *Psychological Bulletin*, 77, 65-72.