

離散試行型選択法による偶然的強化効果の実験的分析*

田 島 裕 之**

Experimental Analysis of Accidental Reinforcement Effect in Humans using
Discrete-Trial Choice Method

Hiroyuki Tajima

行動-強化子間の依存関係に基づく強化効果とは別に、行動-強化子間の時間的接近関係に基づく偶然的強化効果が存在するかを確かめるため、遅延高確率強化選択肢と即時低確率強化選択肢との離散試行型選択課題を大学院生に行わせた。その結果、被験者間デザインを用いた実験1、および、単一事例A Bデザインを用いた実験2の両方において、強化子密度が低下するにもかかわらず即時低確率強化選択肢への選好が認められた。この結果は、行動-強化子間の時間的接近関係に基づく偶然的強化効果が確かに存在するということが、また、その効果は不合理な行動を発達させるほど強力であるということを示している。

Key Words : accidental reinforcement, contiguity, dependency, choice, humans

問題

強化子には、偶然その直前に生じた行動の生起確率を高める機能があるであろうか。これを実験的に確かめることは容易ではない。その理由は、ある強化子がある行動の直後に生じるようにすると、それは同時に、その行動が生じるほどその強化子も生じやすくなるという関係も生じさせてしまうからである。これでは、その行動の生起確率の上昇が行動-強化子間の時間的接近関係によるものなのか、それとも、行動-強化子の依存関係（因果関係）によるものなのかを区別することができない。

では、行動-強化子間の依存関係に基づく強化効果とは別に行動-強化子間の時間的接近関係に基づく偶然的強化効果が存在する

かどうかを確かめるにはどうすればよいであろうか。このためによく用いられる方法が、強化子を行動とは無関係に、時間に基づいて呈示する、というものである。例えば、Skinner は、ハトにその行動と無関係に時々餌を与えると、ケージの中を回る、頭を突き上げるなどの定型的な行動が発達することを見出し、それは餌が与えられることによってその直前にハトが偶々行った行動が強化されたものであると結論した¹⁾。Ono は、行動と無関係に強化子を呈示された大学生が定型的なレバー引きパターンなどを発達させたということを報告している²⁾。また、Boakes は、餌を与えることによってハトのキー押しを強化した後、餌をハトの行動と無関係に与える手続きに切り替えた場合と、餌をまったく与えなくする消去手続きに切り替えた場合とを

*本研究の実験1の一部は、日本心理学会第62回大会（東京学芸大学）において発表された。また、実験2の一部は、日本行動分析学会第15回年次大会（安田生命アカデミア）において発表された。

**総合人間科学部 人間心理学科

比較し、前者の方が後者よりキー押しの減少が遅いということを示した³⁾。

しかし、強化子を行動と無関係に呈示するという方法には偶然的強化効果を誘発効果とを分離することが難しいという問題点がある。Staddon & Simmelhag は、ハトにその行動と無関係に餌を与えるということを長期間行い、それによって発達した定型的行動が、餌を与えられることによって誘発された行動である可能性を指摘している⁴⁾。また、この方法では行動-強化子間の時間的接近関係に基づく偶然的強化効果によって発達する行動を事前に予測することができず、それが結果の解釈を困難にしている。

そこで本研究では、偶然的強化効果の有無を明確に確かめることができるよう、コンピュータディスプレイ画面に表示された正方形に触れることを行動選択肢、換金可能な得点を与えられることを強化子とする離散試行型2選択肢選択課題を用いることとした。この課題では、ほぼ等質な行動間の選択率で強化効果が測定されるため、もし強化子に誘発効果があったとしても、それは2つの行動選択肢に同程度に影響し、選択率には影響しない⁵⁾。また、この課題の一方の選択肢を高確率で強化子が準備されるもの、他方を低確率で強化子が準備されるものとし、高確率強化選択肢で準備された強化子はその選択直後ではなく数試行後の選択直後に呈示するようにすれば、行動-強化子時間的接近関係に基づく強化効果の予測と、行動-強化子依存関係に基づく強化効果の予測とが異なるようになる。即ち、この課題においては行動-強化子時間的接近関係に基づく強化効果は即時低確率強化選択肢への選好を、行動-強化子依存関係に基づく強化効果は遅延高確率強化選択肢への選好を予測する。本研究では、この課題を用いて、成人がどちらの選択肢に対して選好を示すかを調べた。

実験 1

目的

大学院生が遅延高確率強化選択肢と即時低確率強化選択肢との離散試行型選択課題において、どちらの選択肢に対して選好を示すかを調べた。なお、行動-強化子随伴性が選択に及ぼす効果を、選択前に呈示される刺激(選択肢の色)が選択に及ぼす効果から分離して評価することができるよう、選択肢の色と行動-強化子随伴性との対応関係を反転させた2つの条件を設定し、この2条件間で選択率を比較した。

方法

被験者 9名の大学院生(男性6名、女性3名)が実験に参加した。このうち、ランダムに選んだ5名を条件1に、残りの4名を条件2に割り当てた。

装置 被験者は、14インチカラーディスプレイ(NEC, PC-KD853N)を刺激呈示装置として設置した机の前に座って実験を受けた。ディスプレイには、選択反応測定用にタッチスクリーン(NEC, PC-9873L)を取り付けた。実験制御は、タイマーボード(JAC, タイマーボードII)を取り付けたパーソナルコンピュータ(NEC, PC-9801DS)によって行った。

手続き 被験者は個別に実験に参加した。まず初めに、被験者に以下の教示を書面で与えた。

これは、選択に関する実験です。実験中、あなたは得点をかせぐことができます。画面上に2つの四角形が表示されたら、あなたはそのどちらか一方を選び、それに触れてください。もし画面が白色になれば、あなたは得点を獲得したことになります。あなたの得点は、画面の上部に常に表示されます。実験終了後、あなたの獲得した得点に応じた金額が支払われます。1点は1円に相当します。画面に実

実験終了のメッセージが表示されるまでは席を立たないようにしてください。

この教示を読んだ被験者から質問があった場合は、実験者は教示に書かれている範囲で質問に答えた。

実験者が部屋から立ち去った後、被験者は、離散試行型選択課題を400試行を行った。各試行は選択期とそれに続く結果期、または選択期のみで構成されていた。選択期は、選択肢として2つ（青色と黄色）の正方形がディスプレイ画面の黒い背景上に横に並んで表示されることによって開始となり、被験者がその中から1つを選んで1回触れることによって終了した。2つの正方形は、それに触れることで得点が準備される確率、および、得点が準備されてから被験者に与えられるまでの遅延の長さが異なっていた。条件1では、青色正方形は遅延高確率強化選択肢であり、それを1回選択するたびに50%の確率で2点が準備され、その得点はそれから5試行後の結果期で被験者に与えられるようになっていた。黄色正方形は即時低確率強化選択肢であり、

それを1回選択するたびに25%の確率で2点が準備され、その得点はその直後の結果期で被験者に与えられるようになっていた。条件2では、正方形の色と強化スケジュールとの対応関係が条件1の反対であった。即ち、条件2では、青色正方形が即時低確率強化選択肢、黄色正方形が遅延高確率強化選択肢であった。なお、どちらの色の正方形が左右のどちらに表示されるかは、毎試行ランダムに決定した。被験者に与える得点がある場合、選択期には結果期が後続した。結果期では、正方形は表示されず、ディスプレイ画面全体が白くなり、得点カウンターの数字が0.5秒間ごとに1点ずつ増加した。各試行は、3秒間の試行間隔で区切られていた。この間はディスプレイ画面全体が黒くなり、正方形は表示されなかった。得点カウンターは、実験中、常に画面の上部に紫色の数字で表示されていた。実験終了後、被験者の得点に応じた金額を、1点につき1円の割合で支払った。

結果と考察

各被験者について、青色正方形の選択率を求めた。図1はその結果を示したものである。

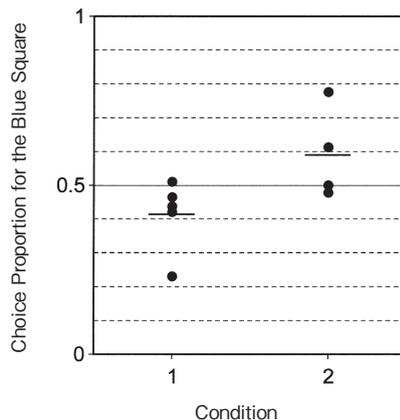


図1 各被験者の青色正方形選択率

条件1では青色正方形が遅延高確率強化選択肢、黄色正方形が即時低確率強化選択肢であった。条件2では、条件1とは反対に、青色正方形が即時低確率強化選択肢、黄色正方形が遅延高確率強化選択肢であった。なお、横棒は各条件における平均値を表す。

青色正方形選択率の条件1における平均値は0.415、条件2における平均値は0.591であり、青色正方形が即時低確率強化選択肢であった条件2の方が、それが遅延高確率強化選択肢であった条件1より高かった。独立2群間のランダム化検定(両側検定)を行ったところ、この平均値差は5%水準で有意であった($t = -2.18, p = .0397$)。

この結果は、行動-強化子間の依存関係に基づく強化効果では説明困難である。強化子にはそれをもたらした行動の生起確率を高める効果があるとすると、強化密度を高める行動、即ち、遅延高確率強化選択肢への選好が発達するはずである。しかし、今回の実験では、その反対である即時低確率強化選択肢への選好が認められた。これは、遅延高確率強化選択肢の選択によって準備され、即時低確率強化選択肢選択直後に呈示された強化子が、その直前に生じた即時低確率強化選択肢を選択するという行動の確率を高めたためと考えられる。

実験2

目的

実験1では、強化子には偶然その直前に生じた行動の生起確率を高める効果があり、それによって、強化密度を低めてしまう不合理な行動が発達することがあるということが示された。実験2では、この偶然的強化効果が一時的なものに過ぎないのか、それとも持続的なものなのかを調べた。

方法

被験者 実験1の参加者のうちの4名が参加した。S1、S4の2名は女性であり、S2、S3の2名は男性であった。

装置 実験1と同じであった。

手続き 実験1を第1セッションとし、それと同様の手続きのセッションを、下記の安定基準に達するまで、選択肢の色と強化スケ

ジュールとの対応関係を変えずに繰り返した。安定基準は、(1)最終3セッションにおける青色正方形選択率がそれ以前のセッションで得られた選択率の範囲内であること、かつ、(2)最終3セッションの選択率が上昇または下降傾向を示さないこと、であった。安定基準に達した後、選択肢の色と強化スケジュールとの対応関係を反転し、再び安定基準に達するまでセッションを繰り返した。

セッションとセッションとの間隔は最低5分とした。なお、得点と金銭との交換は、毎セッション後に行った。

結果と考察

各被験者について、各セッションにおける青色正方形選択率を求めた。図2はその結果を示したものである。各条件における青色正方形選択率の最終3セッションの平均値は、4名すべての被験者において、青色正方形が即時低確率強化選択肢であった条件2の方が、それが遅延高確率強化選択肢であった条件1より高かった。ただし、即時低確率強化選択肢への選好は、S4を除く3名の被験者についてはセッションの進行に伴って弱まっていく傾向がみられた。これに対し、S4は即時低確率強化選択肢への選好を徐々に強めていった。選択が安定基準に達しても即時低確率強化選択肢への選好が認められるというこの結果は、強化子が偶然その直前に生じた行動の生起確率を高める効果は決して一時的なものではないということを示している。

総合考察

遅延高確率強化選択肢と即時低確率強化選択肢との選択では、強化子密度(強化子の総量/時間)が低下してしまうにもかかわらず即時低確率強化選択肢の方が好まれること、また、この傾向は一時的なものではなく持続的であるということが認められた。

この結果は、強化子には行動-強化子間の

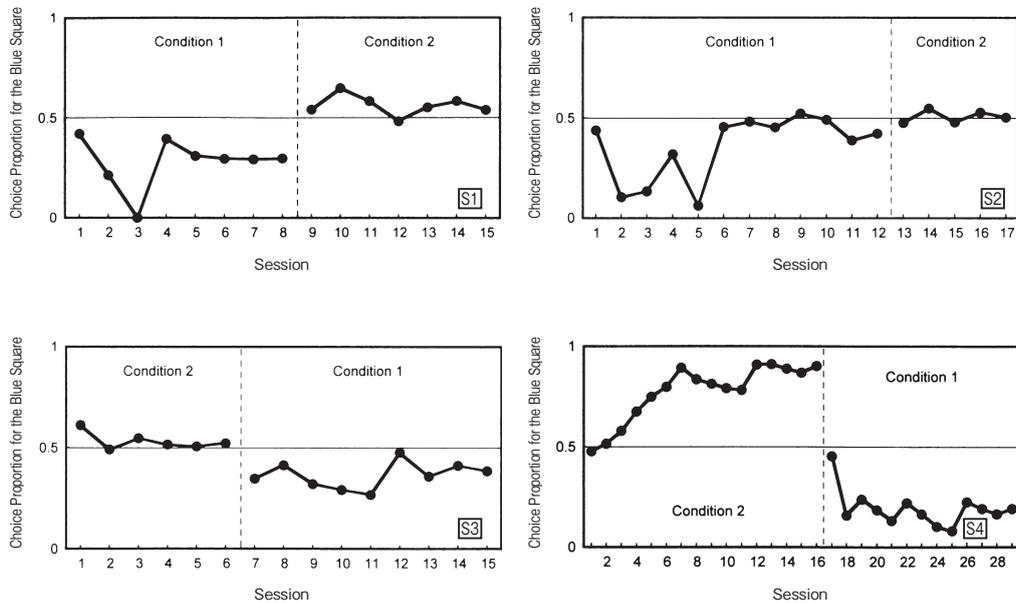


図2 各セッションにおける青色正方形選択率

条件1では青色正方形が遅延高確率強化選択肢、黄色正方形が即時低確率強化選択肢であった。条件2では、条件1とは反対に、青色正方形が即時低確率選択肢、黄色正方形が遅延高確率強化選択肢であった。

時間的接近に基づく強化効果がある、即ち、強化子にはその直前に偶然に生じた行動の生起確率を高める機能がある、と考えることにより容易に説明することができる。もっとも、これは、行動-強化子間の依存関係に基づく強化効果の存在を否定するものではない。実験2では4名中3名の被験者において即時低確率強化選択肢への選好がセッションの進行に伴い弱まっているが、実験で使用した強化子が飽和の生じにくい般性強化子であるということとを考慮すると、この結果を行動-強化子間の時間的接近に基づく強化効果が単に弱まったためとは考えにくい。この結果は、行動-強化子間の依存関係に基づく強化効果が顕在化してきたためと考える方が妥当であろう。しかし、それにもかかわらず被験者が低確率強化選択肢への選好を示し続けたという

事実は、行動-強化子間の時間的接近に基づく強化効果は行動-強化子間の依存関係に基づく強化効果をしのぐほど強力であるということを示している。

では、本研究の実験結果を行動-強化子間の依存関係に基づく強化効果のみで説明することは可能であろうか。行動を行動-強化子間の依存関係に基づく強化効果のみで説明しようとする理論の代表として、経済学の価格理論の影響を受けた Rachlin らの効用最大化理論が挙げられる⁶⁾。この理論は、個体は“効用 (utility)”を最大化するようにふるまうと主張する。しかし、強化子密度を“効用”と考えると、本実験の結果は、この効用最大化理論からの予測と全く反対である。

効用最大化理論に対しては他にもその予測に反する実験結果がいくつか提出されてきて

いる⁷⁾⁸⁾。これに対してRachlinらは、“効用”は強化子の出現が遅延すると低下する、と主張した⁹⁾¹⁰⁾。つまり、同じ強化子密度でも強化子が早く得られる方がより“効用”が高い、というわけである。本研究の結果は、この、強化子遅延による“効用”の割引を考慮した効用最大化理論によっては、一応解釈可能である。しかし、そのためには、“効用”は強化子の遅延によって非常に短時間で急激に低下する、という仮定が必要である。なぜなら、本研究で用いられた遅延高確率強化選択肢の遅延はわずか5試行であり、それは、試行間隔と選択行動の潜時の両方を考慮して時間に換算すると30秒にも満たないからである。しかし、そのような仮定は、飽和の生じにくい般性強化子を使用している本実験に対しては無理があると言わざるをえない。そのような不自然な仮定を置くより、強化子には行動-強化子間の時間的接近に基づく強化効果がある、と解釈する方が、本研究の結果の解釈としてはより妥当であろう。

臨床場面や日常場面において、ある人の、ある望ましい行動の生起確率を高めたい場合、その方法として真っ先に思いつくのは、その人がその行動をより多く行うほどその人に強化子をより多く与える、というものであろう。しかし、行動から強化子までに遅延があれば、その間に偶々他の望ましくない行動が生じ、偶然的強化によってその生起確率が高まってしまう危険性がある。強化の原理を応用する場合、まず重視しなければならないことは、その人がその行動を行った直後にその人に強化子を与えるということ、即ち、行動から強化子までの時間をできるだけ空けないということであろう。

文 献

- 1) Skinner, B. F. 1947 'Superstition' in the pigeons. *Journal of Experimental Psychology*, 38, 168-172.
- 2) Ono, K. 1987 Superstitious behavior in humans. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior*, 47, 261-271.
- 3) Boakes, R. A. 1973 Response decrements produced by extinction and by response-independent reinforcement. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior*, 19, 293-302.
- 4) Staddon, J. E. R., & Simmelhag, V. L. 1971 The superstition experiment: A re-examination of its implications for the principles of adaptive behavior. *Psychological Review*, 78, 3-43.
- 5) 田島裕之 2006 自由オペラント法の基本的強化スケジュールに相当する離散試行型選択肢の強化スケジュールについて 尚網学院大学紀要, 53, 127-131.
- 6) Rachlin, H., Battalio, R., Kagel, J., & Green, L. 1981 Maximization theory in behavioral psychology. *The Behavioral and Brain Sciences*, 4, 371-417.
- 7) DeCarlo, L. T. 1985 Matching and maximizing with variable-time schedule. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior*, 43, 75-81.
- 8) Heyman, G. M. & Herrnstein, R. J., 1986 More on concurrent interval-ratio schedules: A replication and review. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior*, 46, 331-351.
- 9) Rachlin, H., Green, L. & Tormey, Barbara 1988 Is there a decisive test between matching and maximizing? *Journal of the Experimental Analysis of Behavior*, 50, 113-123.
- 10) Rachlin, H. 1995 Behavioral economics without anomalies. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior*, 64, 397-404.