

強化量が反応数に依存する 定時間強化スケジュールの有効性について*

田 島 裕 之

Effectiveness of Fixed-time Schedule of Reinforcement with Response-dependent
Reinforcer Amount

Hiroyuki Tajima

強化量が標的反応の生起回数に依存する定時間強化スケジュールの強化効果を、換金可能な得点を強化子とし、標的反応（強化反応）と非標的反応（無強化反応）との選択をほぼ一定の間隔で繰り返す方法によって調べた。実験1では3名の女子短期大学生が被験者として参加した。標的反応を定時間強化とした条件と連続強化とした条件とで標的反応選択率を比較したところ、3名の被験者全員が定時間強化条件の方でより低い標的反応選択率を示した。実験2には、実験1と同じ被験者が引き続き参加した。実験の手続きは実験1の定時間強化条件と同じであり、青色の選択肢を標的反応選択肢、黄色の選択肢を非標的反応選択肢とした条件と、青色の選択肢を非標的反応選択肢、黄色の選択肢を標的反応選択肢とした条件とで、青色選択肢選択率を比較した。その結果、2名の被験者については定時間強化に強化効果があることが確認されたが、残りの1名については強化効果が認められなかった。また、定時間強化の強化効果が認められた2名のうちの1名については、その効果は弱いものであった。これらの結果は、行動量と強化量との依存関係を強めても、強化子が行動に依存しない一定の時間間隔で呈示される限り、行動を強化する効果はほとんど期待できない、ということを示唆している。

Key words 離散試行型選択 反応依存強化量 定時間スケジュール 成果主義

問 題

近年、日本においても給与制度に成果主義を導入する、すなわち、全給与に占める成果主義賃金（能率給、出来高給、業績給、成果給など）の比率を高める企業が増えてきた¹。この試みの主要な目的の一つに、従業員の労働意欲向上が挙げられる。つまり、仕事量と給与との結びつきを強めることによって従業員の仕事量が増えることが期待されているのである。しかし、仕事量と給与との結びつき

を強めることによって、本当に従業員の仕事量を増やすことができるのであろうか。

成果主義賃金に類似したものとして、学校などの教育機関で行われる成績評価が挙げられる。成果主義賃金は、仕事量が多くなるほど上昇する。同様に、学校の成績評価の点数は、基本的には勉強量が多いほど高くなりやすい。さて、このような成績評価には、学生の勉強量を増やす効果があるのであろうか。

行動に対する結果の伴わせ方は、心理学では強化スケジュールと呼ばれており、さまざま

* 本研究の実験1の一部は、日本行動分析学会第17回年次大会（北海道医療大学）において発表された。また、実験2の一部は、東北心理学会第53回大会（尚絅女学院短期大学）において発表された。

まな強化スケジュールの効果が、主に学習心理学の分野で研究されてきている。では、企業における成果主義賃金や学校における成績評価はどのような強化スケジュールであるといえるのであろうか。いくつかの心理学の入門書^{2) 3) 4) 5) 6) 7)}では、能率給または出来高給が定比率 (FR) スケジュールの例として紹介されている。FRスケジュールとは、一定の反応数ごとに強化子を1回呈示するというものである。なお、強化子呈示までに要求される反応数が1の場合は、特別に連続強化 (CRF) スケジュールと呼ばれる。FRスケジュールの下では、一般に、反応頻度が非常に高くなることが繰り返し確認されてきている。確かに、FRスケジュールでは反応数が多くなるほど呈示される強化子の総量は増えていき、この点では、成果主義賃金、学校の成績評価と類似している。しかし、FRスケジュールと成果主義賃金、学校の成績評価との間には、強化子の呈示のタイミングに関して決定的な違いがある。FRスケジュールでは、一定数の反応が生じた時点で強化子が呈示される。これに対して、成果主義賃金は、1ヵ月分まとめて月例給として支払われることが多い。また、学校の成績評価も、1学期分が学期末にまとめて呈示されるのが普通である。つまり、成果主義賃金、学校の成績評価は、仕事量、勉強量にかかわらず、一定期間分の強化子が一定の期間ごとに呈示されるのである。この特徴からすると、成果主義賃金、学校の成績評価はFRスケジュールではなく、むしろ定時間 (FT) スケジュールに近いといえる。FTスケジュールとは、反応に関係なく、一定の時間間隔で強化子を呈示するというものである。ただし、成果主義賃金、学校の成績評価には、呈示される強化子の量が仕事量、勉強量に応じて多くなるという特徴があり、そこが通常のFTスケジュールと異なっている。そこで、呈示される強化子の量は反応数に依存して増えるが、そ

の呈示は反応と関係なく一定の間隔で行われる強化スケジュールのことを、ここでは、反応依存定時間 (RDF T) スケジュールと呼ぶことにする。

本研究では、RDF Tスケジュールの強化効果を調べることを目的とした。強化スケジュールの強化効果を調べる方法としては自由オペラント法が一般的である。自由オペラント法とは、ある1つの反応を標的反応としてそれを自由に自発できる状況下に生体を置き、そこでの標的反応頻度を、標的反応に強化スケジュールを随伴させた場合とさせない場合とで比較するというものである。しかし、自由オペラント法では、標的反応を自発していないときにとりうる反応 (非標的反応) が特定されていないため、そこで得られた結果を、非標的反応とその強化随伴性の影響を考慮して解釈することができない。そこで、本研究では、反応の種類が標的反応と同じであるがその強化随伴性が無強化である反応を非標的反応とし、被験者に標的反応と非標的反応との選択を一定の時間間隔で繰り返させ、そのときの標的反応選択率を強化効果の指標として測定するという方法 (離散試行型選択法)、を用いることとした。

実 験 1

目的

RDF Tスケジュールの強化効果を、それと標的反応数-強化量依存関係の強さが等しいCRFスケジュールの強化効果と比較した。

方法

被験者 3名的女子短期大学生が実験に参加した。

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

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 各被験者は、ディスプレイ画面の黒い背景に横に並んで表示された2つ (青色と黄色) の四角形の中から1つを選んで触れるという試行を繰り返す実験を個別に受けた。実験は、240試行を1セッションとする12セッションで構成されていた。試行間隔 (ITI) は2秒とし、その間は2つの四角形を非表示とした。各セッション開始直後もITIとした。各被験者が1日に行うセッション数には特に上限を設けなかったが、5分間以上の間隔をおくようにした。

12セッションのうち、半分の6セッションをRDF T条件、残り半分の6セッションをCRF条件とし、その実施順序はランダムとした。両条件とも、2つの四角形のうちの一方に触れることを標的反応、他方に触れることを非標的反応とし、標的反応の方を1回選択するごとに得点が1点準備されるようにした。被験者がいずれかの四角形に触れると、ピープ音になり、ITIもしくは強化子呈示期間に移行した。CRF条件では、得点が準備されるとすぐに強化子呈示期間に移行したが、RDF T条件では12試行ごと強化子呈示期間に移行し、そこで12試行分の得点をまとめて呈示した。強化子呈示期間中は、2つの四角形が消えてディスプレイ画面全体が白くなり、ディスプレイ画面上部に表示した数字が0.5秒間隔で1点ずつ、準備された得点分増加した。強化子呈示期間が終了すると、ITIへと移行した。なお、被験者が獲得した得点はセッション終了まで常に表示されるようにし、各セッション終了後、得点に応じた金額を1点につき1円の割合で被験者に支払った。各条件の半分のセッション (3セッション) では青色の四角形に触れることを、

残り半分のセッションでは黄色の四角形に触れることを標的反応とし、その実施順序はランダムとした。また、各セッションの半分の試行 (120試行) では右側の四角形に触れることを、残り半分の試行では左側の四角形に触れることを標的反応とし、その実施順序は各セッションでランダムとした。

なお、各セッションの開始前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。その後、実験者はセッションが終了するまで部屋を立ち去り、被験者は一人で実験を受けた。教示の紙は、実験中に被験者が読み返すことができるようにディスプレイ脇に置いたままとした。

結果と考察

各被験者について、標的反応選択率をセッションごとに求めた。図1はその結果を示したものである。

CRF条件では、3名の被験者全員が、すべてのセッションで標的反応に対する強い選好を示した。青色の四角形に触れることを標的反応とした場合でも標的反応の方が多く選択され、反対に黄色の四角形に触れることを

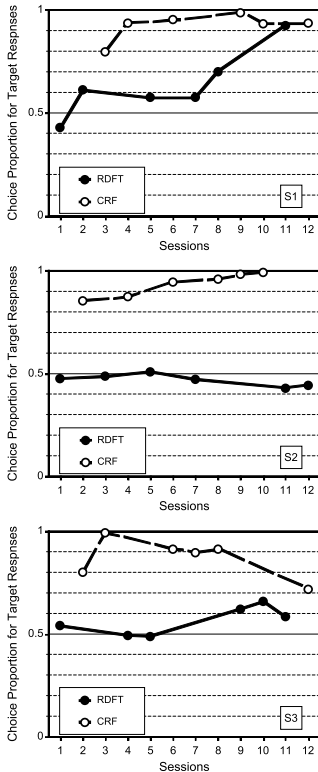


図 1 各セッションにおける標的反応選択率

標的反応とした場合でも標的反応の方が多く選択されるという結果は、実験で使用された“換金可能な得点”が3名全員にとって確かに強化子であった、ということを示している。

RDFT条件における標的反応選択率は、3名の被験者とも、全体的にCRF条件より低かった。標的反応選択率の平均順位の差の絶対値を検定統計量としてランダムイゼーション検定を行ったところ、 p 値は、S1で.004、S2で.002、S3で.002であった。よって、強化スケジュールの違いが標的反応選択率に及ぼす効果は、すべての被験者において1%水準で有意であった。

RDFT条件における標的反応選択率は、S1についてのみ実験の進行に伴って上昇するという傾向が認められた。S1の標的反応選択率は、第1セッションにおいてのみ0.5を少し下回る値(0.429)であったが、他

の5つのセッションにおいては0.5を上回り、第11セッション(RDFT条件の第6セッション)ではCRF条件と同程度の値(0.925)となった。これに対して、RDFT条件におけるS2の標的反応選択率の最大値は第5セッション(RDFT条件の第3セッション)の0.508、S3の標的反応選択率の最大値は第10セッション(RDFT条件の第5セッション)の0.658であり、標的反応に対する選好がCRF条件と同程度まで発達することはなかった。

これらの結果は、強化子の量のある行動の量に応じて増えるようにしても、それをある期間分まとめて与えるのであれば、強化子はその行動を強化する効果は非常に弱くなってしまふ、ということを示唆している。

実験 2

目的

実験1では、RDFTスケジュールの強化効果はCRFスケジュールの強化効果より低いことが確認された。それどころか、2名の被験者については、RDFTスケジュールがまったく強化効果をもたない可能性も生じてきた。そこで、RDFTスケジュールの強化効果の有無を確かめるため、実験2では、実験1に参加した被験者3名に対してRDFT条件のみの実験を継続した。もし、青色の四角形に触れることを標的反応(RDFTスケジュールが随伴する反応)、黄色の四角形に触れることを非標的反応(無強化スケジュールが随伴する反応)としたときの青色選択肢選択率の方が、青色の四角形に触れることを非標的反応、黄色の四角形に触れることを標的反応としたときより高くなれば、RDFTスケジュールに強化効果があるといえることができる。

方法

被験者 実験1に参加した3名の女子短期

大学生が、引き続き実験2に被験者として参加した。

装置 実験1と同じであった。

手続き 標的反応にはRDF Tスケジュールで強化子を随伴させ、非標的反応には強化子を随伴させない条件（RDF T条件）のみを12セッション実施したという点を除いては、実験1と同じであった。12セッションのうち、半分の6セッションは青色の四角形に触れることを標的反応とし、黄色の四角形に触れることを非標的反応とした（条件1）。残りの6セッションは、青色の四角形に触れることを非標的反応とし、黄色の四角形に触れることを標的反応とした（条件2）。

結果と考察

各被験者について、青色四角形選択率をセッションごとに求め、その結果を図2に示した。3名中2名（S1とS3）については、青

色の四角形に触れることを標的反応とした条件1における青色四角形選択率の方が、青色の四角形に触れることを非標的反応とした条件2より高いという明確な条件差が認められたが、S2については明確な条件差が認められなかった。青色四角形選択率の平均順位の条件差の絶対値を検定統計量としたランダムイゼーション検定を行ったところ、*p*値はS1で.002、S2で.524、S3で.006であった。よって、青色の四角形に触れることを標的反応としたかどうかは青色四角形選択率に及ぼす効果は、S1とS3については1%水準で有意であったが、S2については有意でなかった。

従って、少なくともS1とS3に対しては、RDF Tスケジュールの強化効果が確認された。ただし、S3の青色四角形選択率の条件差は小さく、実験が進行してもその差は拡大しなかった。

総合考察

RDF Tスケジュールの標的反応に対する強化効果は、強化量が完全に標的反応数に依存しているにもかかわらず、非常に弱いものであった。いったい、RDF Tスケジュールの何が強化効果を弱める要因となっているのであろうか。RDF TスケジュールとCRFスケジュールとを比較してみると、両者は少なくとも次の3つの点で異なっていることがわかる。第1の相違点は、“被験者が無差別な選択を行ったときの強化率（または、強化間隔）の期待値”である。今回の実験の場合、CRF条件での強化率は選択反応選択率に応じて変動するが、被験者が無差別な選択を行った場合、その期待値は1/2（強化間隔の期待値は2試行）である。これに対して、RDF T条件の強化率は選択反応選択率にかかわらず一定であり、その値は1/12（強化間隔は12試行）である。つまり、RDF T条件で被験者が無差別な選択を行った場合の強化

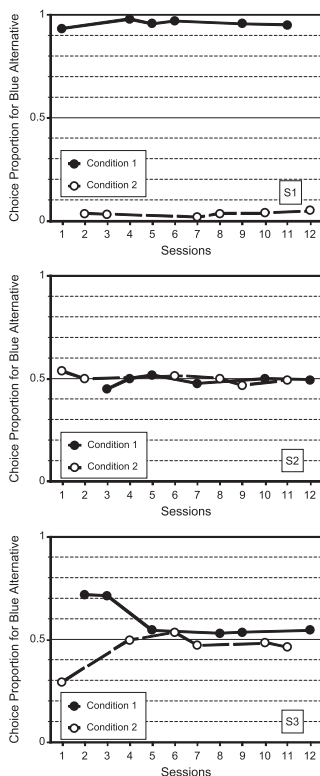


図2 各セッションにおける青色選択肢選択率

率は、CRF条件よりかなり低いのである。RDT条件では、被験者が無差別な選択を行ったときの強化率が低い(強化間隔が長い)ために、標的反応に対する選好が発達しにくかったのかもしれない。

第2の相違点は、“標的反応選択率に連動する強化変数の種類”である。CRF条件の場合、標的反応選択率に連動する変数は強化率であり、1回の強化量は変化しない。これに対して、RDT条件の場合、標的反応選択率に連動する変数は1回の強化量であり、強化率は変化しないのである。今回の実験結果は、強化率の変動の方が1回の強化量の変動より行動に強く影響するというを示しているのかもしれない。

第3の相違点は、“標的反応の生起と強化子の呈示との近接性”である。CRFスケジュールの場合、強化子呈示の直前の反応は必ず標的反応である。これに対して、RDTスケジュールでは、強化子呈示の直前の反応が偶然に非標的反応となる可能性もある。いくつかの研究^{8) 9)}において、強化子の呈示には、それとまったく依存関係がなくても、その直前に生起していた反応であれば、その生起頻度を高める効果がある、ということが指摘されている。つまり、RDT条件では強化子の呈示が標的反応だけでなく非標的反応をも強化してしまい、その結果として標的反応に対する選好が弱いものとなってしまった可能性があるのである。

今回の実験からは、上記のどの要因が強化効果に強く影響するのかを判断することはできない。しかし、強化子の呈示方法をFTスケジュールにしてしまうことが強化効果をかなり弱めてしまうことは確かなようである。

さて、給与に占める成果主義賃金の比率を増やし、仕事量と給与との結びつきを強めることによって従業員の仕事量を増やすことができるであろうか。また、勉強量と成績評価との結びつきを強めることによって学生の勉

強量を増やすことができるであろうか。今回の実験結果からすると、給与が従業員にとって強力な強化子であっても、また、成績の点数が学生にとって強力な強化子であっても、それだけではその効果はほとんど期待できない。というのは、成果主義賃金が従業員に支払われる間隔は、月例給として支払われる場合で1ヵ月、成績評価が学生に与えられる(フィードバックされる)間隔は、大学の半期科目の場合で6ヵ月と、今回の実験で用いられた強化間隔よりはるかに大きいからである。

従業員の仕事量や学生の勉強量を増やすためには、仕事や勉強と強化子との結びつきを強めるだけでなく、強化子の呈示間隔を短くしてできるだけCRFスケジュールに近づける工夫が必要であろう。会社の給与に関しては、給与そのものの支払い間隔を短くすることは無理かもしれない。しかし、給与をいくらかせいだかという情報であれば頻繁に従業員に与えることができるのではないであろうか。学校の成績評価についても同様である。最終的な成績評価を与える間隔を短くすることは無理かもしれないが、途中の成績であれば頻繁に学生に知らせることが可能であろう。もっとも、そのためには、数ヵ月に1回しか実施されない定期試験とは別の方法で学生の成績を頻繁に評価する必要がある。できるだけ低いコストで学生の成績を頻繁に評価する方法の開発が望まれる。

文 献

- 1) 高橋俊介 1999 成果主義 東洋経済新報社
- 2) アトキンソン R. L.・アトキンソン R. C.・スミス E. E.・ベム D. J.・ホークセマ S. 内田一成(監訳) 2002 ヒルガードの心理学 プレーン出版 (Atkinson, R. L., Atkinson, R. C., Smith, E. E., Bem, D. J., & Nolen-Hoeksema, S. 2000 *Hilgard's introduction to psychology*, 13th ed. Wadsworth.)
- 3) ボールドウィン J. D.・ボールドウィン J. I. 内

- 田雅人（訳） 2003 日常生活の行動原理—学習理論からのヒント— ブレーン出版
(Baldwin, J. D., & Baldwin, J. I. 2001 *Behavior principles in everyday life*. 4th ed. Upper Saddle River, NJ: Prentice Hall.)
- 4) Domjan, M. 2003 *The principles of learning and behavior*. 5th ed. Belmont, CA: Wadsworth.
 - 5) メイザー J. E. 磯 博行・坂上貴之・川合伸幸（訳） 1999 メイザーの学習と行動 日本語版第2版 二瓶社
(Mazur, J. E. 1998 *Learning and behavior*. 4th ed. Englewood Cliffs, NJ: Prentice-Hall.)
 - 6) Miller, L. K. 1996 *Principles of Everyday Behavior Analysis*. 3rd ed. Wadsworth.
 - 7) レイノルズ G. S. 浅野俊夫（訳） 1978 オペラント心理学—行動分析への道— サイエンス社
(Reynolds, G. S. 1975 *A Primer of operant conditioning*. Glenview, IL: Scott Foresman.)
 - 8) Ono, K. 1987 Superstitious behavior in humans. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior*, 47, 261-271.
 - 9) Wagner, G. A., & Morris, E. K. 1987 "Superstitious" behavior in children. *The Psychological Record*, 37, 471-488