

白ネズミの自発的交替現象に及ぼす 電撃の効果（続報）

——選択後の低勾配衝撃と反応・場所回避に就ての検討——

竹 内 照 宗 斎 藤 繁

弘前大学心理学第一研究室

問 題

単一T又はY迷路にて、動物が連続試行を与えられる時、その試行間隔が比較的短く且又、左右両目標反応に於ける強化条件が等しければ、極めて規則的な自発性交替転向行動が観察される。このような行動は“Spontaneous alternation”として知られ、1925年 Tolman, E. C. (1)の問題提起以来現今に至る迄行動変動性 Behavior variability の特殊的事例として、原初的学習行動理解の為に数多くの実験的研究が重ねられてきた。この現象に就ての理論的説明は大略二つに分けられる。

i) 反応回避説 (Response avoidance theory)

Heathers G. L. (2)の実行減退 Performace decrement, Solomon, R. L. (3) Zeaman, D & House, B. J. (4)等の Hull, C. L. に依る反応性禁止 Reactive inhibition (I_R) の概念に依るものと、

ii) 場所回避説 (Place avoidance theory)

Montgomery, K. C. (5)の探索傾向 Exploratory tendency, Glanzer, M. (6)の刺激飽和 Stimulus satiation, 及び Berlyne, D. E. (7)の好奇心動因 Curiosity drive 概念に依るものとである。反応回避説にて、例えば、Hull, C. L. (8)の反応性禁止 I_R の概念に従うと反応の交替率は仕事量に比例して増大し、

試行間隔の増大の減少函数であることが仮定される。Heathers, G. L.

(9), Zeaman, D & House, B. J. (21), 藤田(5)等の結果は上の仮説に支持的であるが, Dennis, W. (4)の迷路目標通路延長に依る仕事量の相違は交替量の差を示さず, 類似の事実は Montgomery, K. C. (13)に依っても見出された。更に, Walker, E. L. 等 (19) は自発的交替現象の規定要因として, Stimulus, Place, Response, の三つをあげ, 夫々の要因の相対的關係から理解しようとしている。かように又, 人間を被験者とする Wingfield, R. C. (20) や岩原 (1) の実験は知覚刺激が相互的に同質であるよりは異質であった方が交替を増加させるという結果を得て居り, これら迷路内外の知覚的刺激手掛りが反応決定のより重要な要因であるとする発見は, 反応性禁止概念に依る説明の不十分さを指摘するものと云えよう。

先にあげた1952年の Montgomery, K. C. (13) の研究は従来大抵の実験条件で, 固定した出発点が用いられていたことから, 反応Rと場所Pの二要因が反応交替に関与していると考えられ, これを吟味するため十字型迷路を用いて, 出発点を180度ランダム転換しながらネズミを出発させたところ, 場所交替が明かに優勢であることを見出した。筆者等は先の実験(10)にて左右両反応への電撃の附加は交替を増大させないという結果を得たが, その際, 選択後低勾配弱電撃群に顕著に認められた固定化傾向が主として, 反応又は場所要因のいずれに於て生じたのか, 或いは, 両要因の複合効果に依るものであるかに就て明かにしていなかった。本実験は先の実験の展開として, 先ず, Montgomery, K. C. (13) と類似の十字迷路条件下で出発点を交互に転換することの効果と, 同時に又電撃が反応交替に如何に影響するかを問題とし, 次にY迷路事態にて, 試行間隔0秒で動物の全く自由な自発的走行に伴い出発点が絶えず120度の角度で移動されるようにして, 特定の場所選択に有利でない, 換言すればより反応要因の優勢に働き得る条件の設定を試み, 更に電撃の附加的影響をも検討しようとする。

方 法

第Ⅰ実験 出発点 180 度交替轉換の効果と附加的電撃の影響を検討する。実験は1958年7月15日より弘前大学心理学第4実験室に於て実施。

被験動物 albino rats ♂ 8 匹生後70~80日、電撃経験無く、弘前大学心理学動物飼育室で生育したもの。

実験装置 先の実験(Ⅱ)で用いられた灰色の十字型迷路を改良し、両腕部の目標直前迄に20cmの電気格子を設けたものを使用、温度湿度の季節的差異を除けば、他の室内条件及び電撃装置は同一である。

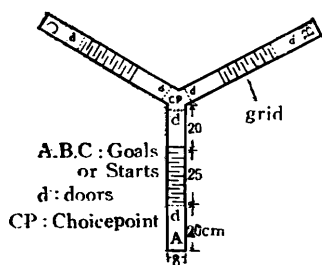
電流強度 2—11試行 ($30\mu A$) , 12—22 (36) , 23—33 (42) 34—44(48)
11試行単位 $6\mu A$ 増加、第一試行無電撃、直角直流700V、10/sec断続電流。

実験手続

(1)手馴及び飢餓順応、10日間、毎日5分間手掌上にてならず。(2)自由探索、1日、群毎30分間、更に一匹宛10分間、(3)予備訓練、1日、10ランダム強化、初め両目標箱に直接ネズミを入れ報酬として約0.1gのチーズ片を与える。次に選択点後から目標箱迄の走行を計8試行与えた。動因は23時間飢餓動因。(4)本訓練、2日間、毎日22試行、11試行単位5分間休止後更に11試行、全交替可能数40、出発は $S_1 S_2$ を交互してなされる。試行間隔10~15秒、電撃は選択後両腕部にて格子全体から与えられる。夫々の戸はネズミの通過後直ちに下された。

第Ⅱ実験 目標及び出発位置が120度の角度で任意変更される効果と反応要

Fig.1. Diagram of the apparatus



因に就ての吟味、及び電撃の附加的影響の検討を目的とする。1958年8月5日より心理学第4実験室にて実施。

被験動物 albino rats 8匹 (♂6, ♀2), 生後90—100日、電撃経験はないが二次強化学習消去で、心理学動物飼育室生育のものを使用。

実験装置 120度の角度をもつY迷路、三選択肢は全く同質的につくられている。迷路全体

は灰色。室内条件及び電撃装置は実験Ⅰとほぼ同じ。

電流強度 2—11試行 (30 μ A), 12—22 (36), 23—33 (42), 34—44 (48) 45—55 (54), 56—66 (60), 他は実験Ⅰと同じ。

実験手続 (1)手馴及び飢餓順応, (2)自由探索, 実験Ⅰに同じ, (3)予備訓練, 1日, 15ランダム強化, 初め各々三つの目標箱に直接ネズミを入れて報酬を与え, 次に選択点後から目標箱迄の走行を各4試行づつ与えた。23時間飢餓動因試行間隔0, 全交替可能数60 電撃は各々の腕部にて選択後与えられる。

最初ネズミはいつれかの出発点におかれ, その後他の二通路への走行を許されるが, 報酬物を食べ終ると直ちに戸が開かれ次の試行に移る。このようにして試行は休みなく11試行単位で継続されるが, 5分間の休止は迷路外の小箱で過ごし, 更に次の試行系列に入る。報酬は約0.1gのチーズ片, 被験動物はいづれも小麦, クローバー, 煮干等で飼育された。

結果及び考察

実験Ⅰに就て, 反応と場所交替率から整理した結果は Table.1 及び Fig.2に示される。

各群の各要因間での差の検定を U-テストに依って

なしたところ, 無電撃群の反応Rと場所P(NR-NP)

Table.1 Percent Alternation in Exp. I.

Group		1	2	3	4
NSG	P	82.5	87.5	80	67.5
	R	17.5	12.5	17.5	34
SG	P	67.5	60	70	57.5
	R	32.5	40	30	42.5

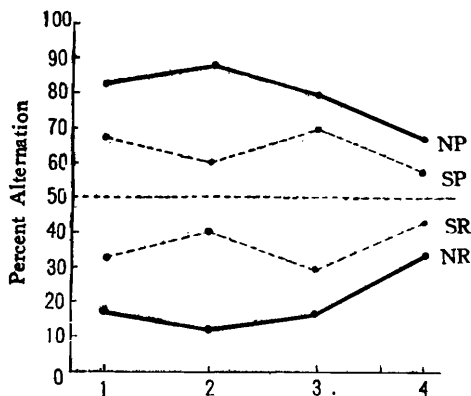
NP:NR P<.001 NP:SP .01>P>.002
SP:SR .0024>P>.001 SR:NR .02>P>.01

について P<.001 電撃群の反応Rと場所P(SR-SP)は, .002>P>.001で夫々有意にP-要因が勝り, 又, NP-SP間では, .01>P>.002 NR-SR間で, .02>P>.01となり電撃群は無電撃群に比し有意にP-反復傾向を示した。

無電撃群に関して Montgomery, K. C. (2)の交替反応に於ける根源は反応性禁止にあるのではなく探索動因にもとづく探索傾向, 及び Glanzer, M. (6)の有機体が直面する場面刺激にての知覚的飽和に依るとする主張を受け入れる

ことが出来る。反応回避説の立場から、もし筋肉運動反応が行動に於ける規定要因として重要であるならば、左右等質な迷路構成でいづれにても必ず報酬を伴う条件下では、常に運動反応型の交替が生ずる筈である。而し結果は同一反応型の固執となってあらわれ、これらの予測に対立する。

Fig. 2. Percent Alternation of each blocks in Exp. I.



又、電撃群に就て30—48 μ A水準の電撃が場所反復の傾向にみちびくことは更に問題を提起する。食餌報酬反応に与えられる電撃を罰として一義的に目標反応を禁止する効果しかもたぬものとみれば、この場合、直前に電撃を受けた場所は回避され、結果的により高率の場所交替のあらわれることが期待されるが結果は反対を示した。

迷路の一方側で衝撃され十分苦痛が感じられたならば次にはその側をさけ他の通路を選択する傾向が生ずるであろうことはMiller, N. E. やMowrer, O.H. (14), らの恐怖又は不安仮説によって推測することが出来、又、迷路の一方側で衝撃される場合30—54 μ A水準の電撃は5—22回平均12に満たない回数で十分持続的回避反応を生ずることが筆者等(15)に依って見出されているところからも、このように左右いづれの反応選択をなしても必ず電撃を伴う条件下では、他方側走路に於ての回避反応も又罰せられる故に恐怖又は不安は迷路の両選択通路に汎化し、左右選択に於ける回避一回避葛藤の生起が予測されてくる。即ち、いづれに於ても衝撃されるという予期が目標反応を阻げるようになり、葛藤に依ってつくり出された frustration が場面の反復呈示に依ってきづかれていき、動機づけの一般的水準を高めるであろう。結局、葛藤に依り生じた緊張解消の手段として反復反応の表出及びその持続を考慮することも出来るが、このよう

な conflict-drive hypothesis (3)(8)に従えば、過度に強くない衝撃範囲内に於て、電撃の増大に伴い葛藤も強まり、反応固定化の傾向も著しくなることが予測される。而し、先の実験の結果 (16) は選択後の低勾配弱電撃群に於て固定化の傾向はより顕著にみられ、又、 $250\sim 800\mu A$ に至る電撃の効果は極めて高率の交替率を示し、直前罰反応の回避傾向の表出が明かであった。そして、試行の初めから与えられた $500\mu A$ の電撃は数試行を以て動物を出発せしめなくなって居り、葛藤一動因仮説に依つてのみ説明しつくされない問題が含まれている。筆者等は食餌報酬を伴う電撃事態に於て、有害刺激より生ずる恐怖反応及び恐怖刺激汎化、恐怖解消機制を想定する一方、電撃に依り有機体内部に生じた情緒的緊張が個体内反応手掛り、又は、迷路内外の知覚的刺激手掛りに有機体をより一層敏感にさせることを仮定する。即ち、電撃には、回避機能の他に、目標指向性反応の促進という面を考慮して、既に見出された $30\sim 60\mu A$ 電撃水準での現象は frustration の結果生じた退行というよりは、回避効果の比較的強くない、いわば、動物にとって苦痛ではあっても十分に耐えうる範囲での電撃の促進機能、即ち目標反応刺激手掛りに対する強調性の効果によるものとみることも出来よう。Miller, N. E. (11) は目標反応に与えられる罰が接近を促進する事実について、第一試行で電撃は前進走行を喚起し又恐怖をも生ずる。そして、両反応は特定の場所にて強化される。それ故、次試行でこの場所の手掛りは前進走行と恐怖の両方を喚起する傾向があるとし、更に、衝撃領域に接近するとクウズクマリクのような停止行動の生ずる傾向がありこれは恐怖の強さにての低下を生ずるとして説明を試みている。更に、この罰反応・反復・持続の現象 (vicious circle) に関しMowrer, O. H. (14) は彼の恐怖一汎化仮説 (fear-generalization hypothesis) にもとづき、回避反応事態及び更に回避反応が衝撃されるような事態での罰は禁止の先行条件としてより強化の先行条件の如く作用すると云う見方をして電撃に対する準備的な反応 (素早く走る、跳躍) が強化されることから説明しようとするが、この恐怖又は不安解消に主として基づく説明で食餌目標反応を含む事態での諸現象を常に十全に理解しうるか否かは疑問であるとしても、罰反応反復傾向についての一見地を提供するもの

と云える。

以上述べてきたところから電撃群に認められた場所反復傾向の起因に就て、両通路選択に於ける葛藤と不安又は恐怖解消及び場面刺激の認知強調性、等の機制を考慮することが出来るが、本実験の資料の範囲では詳細な比較検討をなし得ない。

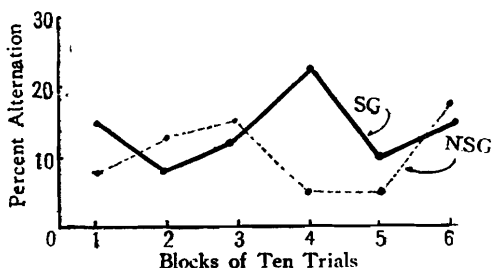
次に、先の実験で見出された顕著な固定化傾向とこの実験での傾向との間の相違は、夫々の条件差に依存していることが考えられる。即ち、前者では交替は反応Rと場所Pの二要因に於て起るか起らないかである(RP:O)が、後者の場合、Pにて生ずるかRにて生ずるかであり(P:R)、反応の手掛りは前者に於て多く又より安定的な事態としてみられ、電撃の影響性がよりあらわれ易かったのではないかと考えられるが、出発点を固定した場合と絶えず転換する条件下でのP-要因の作用する程度、及びP,R両要因が夫々比較的独立的に働く

Table 2. Percent Alternation in Exp. II

		1	2	3	4	5	6
NSG	R	7.5	12.5	15	5	5	1.75
S G	R	15	7.5	12.5	22.5	10	15

NSG:SG $P>.1$

Fig. 3 Percent Alternation of each blocks in Exp. II



か、相互作用をもつかに就ての問題が含まれて居り、更に検討を要する。

実験Ⅱの結果はTable 2、及びFig 3に示される通り、無電撃と電撃群間に有意差は認められない。等質なY迷路条件にて、もし動物が最初A通路からB通路に渡れば次はB通路が出発走路となり、AかCの選択が許容されるので、この場合、R-要因が優勢に働くもので

あれば交替はAとB通路間の往復反応という形であられる筈であり、もしP-要因が重要であるとすればCがえられ、続く試行ではA更にBと場所探索が生ずると考えられる。結果は Montgomery, K. C. (1953)及び Glanzer, M. (1957)

等の所説を支持する事を明かにしている。この場合、試行間隔は0秒であり、筋肉運動反応より生ずる作業禁止が支配的であるとすれば Heathers (9)や藤田 (5)の実験結果からして80%以上の反応交替率が示されそうなものであるが、10%水準の交替率しか示されていない。同様のことは実験Iの場合の低いR-交替率からも云われる。

藤田(5)は交替率の変化を禁止効果と促進効果の拮抗作用の結果から理解しようとして、反応直後には禁止効果が促進効果より強い為に禁止現象が生ずる。そしてこの禁止効果は主として反応に依って生じた禁止 (response produced inhibition) と密接な関係があるのではないかとし、又促進効果は強化に関係すると思われると推論しているが、この実験で、試行間隔0秒で反応産出性禁止が同一運動反応型を反復させる傾向を持ったことは矛盾する事実と云わなければならない。

この条件で、無電撃と電撃群との間に有意差が認められなかったことは、選択肢が多く又、出発点が絶えず120度の角度を以って任意に変わり、それに伴い目標位置も変化する為、特定の場所についての強調性をもち得なかった為と推測される。

本実験の条件構成に就ては、Walker, E. L. (9)の指摘する如く、P-要因は漠然と迷路内外の全体的刺激手掛りを意味することになるので主として、迷路内手掛りと外手掛りとにより明瞭な区別を設けることが、明細な条件分析の為に必要であろう。

要 約

迷路の出発方向が絶えず180°乃至120°の角度を以って変化する場合、自発性反応交替が運動反応 (R)、或いは、場所 (P) のいずれの転向に於て優勢にあらわれるかと、その際に与えられる弱電撃の影響を併せ検討するために、白鼠を用いて次の二実験を行った。

第I実験 探索・予備訓練の後8匹の白鼠は統制群と実験群の二群に分けられ、更に、群毎に2匹宛下位群をつくり、左右等質な十字型迷路の最初の試行

に於て、 S_1 、 S_2 と夫々異なった出発点より走行した。本実験は2日間で、1日22試行、11試行単位に分けて5分間の休止をおいた。試行間隔は10~15秒、動因約23時間飢餓因、電撃は11試行単位で選択後に与えられ、30—36—42—48 μA であった。

結果を反応交替率と場所交替率とからみれば次の様である。

1. 両群に於て、いづれも反応より場所交替率が有意に高く、これらの条件下では場所刺激要因についての優越性が示された。

2. 30~48 μA の弱電撃の附加は場所交替を有意に低下させた。

第Ⅱ実験は各々等質なY迷路の自由走行に於て同一場所の連続選択の出来ない即ち出発方向がたえず120°の角度で変化する条件下での反応の交替と電撃の影響を検討した。

探索・予備訓練の後3日間本実験が行なわれ、電撃は11試行単位毎6 μA 増分で30—36—42—48—54—60 μA 、の順で与えた。1日22試行、11試行単位で5分間の休止をおき鼠はその間迷路外の小箱に入れられたが、各試行単位に於ける最初の試行で、いづれか一つの選択肢に入れられると後は試行間隔0秒を以って休みなく次々と試行は続けられた。結果は無電撃群と電撃群との間に有意な差はなく、いづれの運動反応交替率も10%レベルに止まり極めて低かった。電撃群に場所反復傾向の示されなかったのは特定の場所選択の起りにくい条件に依ったものとみられる。

結局これらの結果から反応性禁止 (I_R) の概念による事の不充分さが指摘され、探索傾向説刺激飽和説に支持的であり、又、附加的電撃の効果は、場所刺激手懸りへの強調性をもつことが論じられた。

References

1. 杉村 健, 岩原信九郎 人間における自発的交替現象の研究Ⅰ——児童における試行間隔、刺激の異質性の交替率に及ぼす効果——心理学研究, 1959, 28, 258—365
2. Berlyne, D. E. Novelty and curiosity as determinants of exploratory behavior. Brit. J. Psychol., 1950, 41, 68—80.
3. Brown, J. S. and Farber, I. E. Emotions conceptualized as intervening variables with suggestions toward a theory of frustration. Psychol.

- Bull. 1951, 48, 465—495.
4. Dennis, W. Spontaneous alternation in rats as indicator of the persistence of stimulus effects. *J. comp. Psychol.*, 1939, 28, 305—312.
 5. 藤田 統 ネズミの交替反応現象：I 試行間隔，作業量，飢餓動因の影響，心理学研究，1955，25，230—239
 6. Glanzer, M. Stimulus satiation: An explanation of spontaneous alternation and related phenomena. *Psychol. Rev.*, 1953, 60, 257—268.
 7. Glanzer, M. Curiosity, Exploratory Drive, and Stimulus Satiation. *Psychol. Bull.*, 1958, 55, 302—315.
 8. Gwinn, G. T. The effect of punishment on acts motivated by fear. *J. exp. Psychol.*, 1949, 39, 260—269.
 9. Heathers, G. L. The avoidance of repetition of a maze reaction in the rat as a function of the time interval between trials. *J. Psychol.*, 1940, 10, 359—380.
 10. Hull, C. L. *Principles of Behavior*. 1943. New York: Appleton Century Crofts.
 11. Miller, N. E. Learnable drives and rewards. In S. S. Stevens (Ed), *Handbook of experimental Psychology*. New York: John Wiley, 1951.
 12. Montgomery, K. C. Spontaneous alternation as a function of time between trials and amount of work. *J. exp. Psychol.*, 1951, 42, 82—93.
 13. Montgomery, K. C. A test of two explanations of spontaneous alternation. *J. comp. physiol. Psychol.*, 1952, 45, 287—294.
 14. Mowrer, O. H. *Learning theory and personality dynamics*. New York: Ronald Press, 1950.
 15. Solomon, R. L. The influence of work on behavior. *Psychol. Bull.*, 1948, 45, 1—40
 16. 竹内照宗，斎藤繁 白ネズミの自発的交替現象に及ぼす電撃の効果——衝撃強度勾配差による検討——動物心理学年報 1959，第9輯，33—43
 17. 竹内照宗，斎藤繁 学習に及ぼす電撃の効果について——特に弱い電撃事態での実験的検討——弘前大学人文社会 1959，第18号。
 18. Toloman, E. C. Purpose and cognition: The determines of animal learning. *Psychol. Rev.*, 1925, 32, 285—297.
 19. Walker, E. L., Dember, W. N., Earl, R. W. & Karoly, A. J. Choice alternation: I. Stimulus vs. place vs. response. *J. comp. physiol. Psychol.*, 1955, 48, 19—23.
 20. Wingfield, R. C. Some factors influencing spontaneous alternation in Human subjects. *J. comp. Psychol.*, 1943, 35, 237—244.
 21. Zeaman, D., & House, B. J. The growth and decay of reactive inhibition *J. exp. Psychol.*, 1951, 41, 177—186