逃避不可能な電撃が後続の定率-2 シャトル反応に及ぼす効果¹

同志社大学 中居伊久緒・松山義則

EFFECTS OF INESCAPABLE SHOCK UPON SUBSEQUENT FIXED RATIO-2 SHUTTLE RESPONSE

IKUO NAKAI AND YOSHINORI MATSUYAMA

Department of Psychology, Doshisha University

A hypothesis was tested that the rate of learning in the rats exposed to inescapable tail shocks is reduced because of learned helplessness. Groups of eight rats were given 64, 48, 32, 16, or 0 inescapable preshocks, and then trained on an escape-avoidance task in a shuttle box for 5 fixed ratio (FR)-1 trials followed by 25 FR-2 trials. The latency for the shuttle response in the FR-2 trials was an increasing function of the number of inescapable preshocks. The findings support the hypothesis based on learned helplessness.

イスに提示された逃避不可能な電撃により、後続の往復式シャトル箱で電撃を逃避する学習が著しく妨害された(Overmier & Seligman, 1967; Seligman & Maier, 1967). この妨害効果 (interference effect: IE) を説明するため, Maier, Seligman, & Solomon (1969) は学習性無力さ (learned helplessness: LH) 仮説を提出した. この LH 仮説は, 逃避不可能な電撃を提示される先行手続中に被験体が学習するところの反応と電撃停止との間の独立性 (independence), すなわち被験体の反応に電撃停止が随伴しないという学習が, 後続事態に転移して逃避反応の失敗が導かれる, というものである. また, IE は被験体にラットを用いた場合にも確認されている. Maier, Albin, & Testa (1973) では, 後続訓練で電撃を停止するために定率 (fixed ratio: FR) -2 シャトル反応がラットに要求された. すなわち, シャトル箱で2度のクロス反応を完成するまで電撃は停止されないのであるが, この事態では逃避不可能な電撃を先行経験したラットは逃避学習に失敗したのである. そこで, 本実験では FR-2 シャトル反応事態におけるラットの IE を確認し, 逃避不可能な先行電撃の提示回数を変数として, IE を説明する LH 仮説の検討を試みる. 被験体の反応と電撃停止との間の独立性の学習が後続の IE を導くと説明する LH 仮説に従えば, その独立性の学習の程度の違いが IE の程度の違いとして現われると仮定される. 逃避不可能な先行電撃の強度, 持続時間, および提示間隔などの変数が等しければ, その提示回数が独立性の学習の程度を決定する要因となる. そして,

LH 仮説からは, 逃避不可能な先行電撃の提示回数が多ければ多いほど, FR-2 シャトル反応の潜時は長くなり, 逃避失敗数が多くなる事が予測される.

方 法

被験体 被験体は 40 匹の Wistar 系の雄のアルビノラットであり, その実験開始時の平均体重は 296 (280-318) g であった. 実験期間を通して食物と水の摂取が自由な状態で飼育された.

装置 逃避不可能な電撃は透明アクリル板製の拘束箱 (7×7×15cm) で提示された. 箱の床は直径 4 mm の真鍮棒が 10 mm 間隔で並ぶグリッドである. この箱にラットを拘束し, 箱から出した尾にラットが尾を箱の中に引き入れるのを防ぐためのアルミニウム製円盤 (直径 25 mm, 中央に直径 10 mm の穴) と尾電極 (25 mm 間隔に位置する 2 個のビス) とが, 各々粘着テープで固定された. 電極の固定直前に, その接触する尾の部分に少量の電極用ペーストが塗られた. この拘束状態で, ラットは頭部を尾の方向へ動かす事と若干の前後運動や背面ころがりなどが可能であった. 逃避-回避訓練は往復式シャトル箱 (63×27×18cm) で行われた. 10 mm 間隔で並ぶ直径 4 mm のステンレス棒のグリッド床から電撃が提示される. このグリッド床に接して, 高さ 7 cm, 幅 5 cm だけ切り取られた箱の中央の障壁が, シャトル箱を 2 部屋に区切っている. したがって, ラットはこの穴を通過してクロス反応する. 箱の前面と上面との透明アクリル板を除き, 内部はすべて合板製で灰色塗装されていた. 逃避-回避訓練における条件刺激 (conditioned stimulus: CS) として, シャトル箱のグリッド床から 50 cm 上に光源を持つ 60 W の白熱ライトが

¹ 本研究は, 第 1 著者が第 2 著者の指導の許に同志社大学大学院文学研究科に提出した修士論文 (1978) の一部を, 加筆修正したものである.

点灯された。先行手続および逃避-回避訓練で提示された交流電撃は被験体と直列に 300 k Ω の抵抗を入れた 300 V の強度であった。

手続 5 群 (各 8 匹) に分けられたうちの 4 群のラットには拘束箱で逃避不可能な電撃が提示された。各群に提示された電撃は、5 秒の持続時間、平均 60 (10—270) 秒の提示間隔、およびその強度については等しかったが、各々 64, 48, 32, あるいは 16 回と提示回数が異っていた (各々 64S, 48S, 32S, 16S 群と略称)。残る 1 群のラットも尾電極を固定されて 64S 群と同時 (約 70 分) 拘束箱に入れられたが、電撃は提示されなかった (NS 群)。この先行手続の 24 時間後、全群にシャトル箱で 30 試行の逃避-回避訓練が行われた。電撃を停止するため、第 5 試行まででは 1 度のクロス反応 (FR-1)² が、それ以後では 2 度のクロス反応 (FR-2) が、各々要求された。5 分間の装置探索の後に第 1 試行が開始された。ライトの点灯で各試行が始まり、5 秒以内に反応が生起すれば CS は停止され、電撃は提示されない。しかし、この回避反応を失敗すると逃避反応が完成されるまでグリッド床の電撃は停止されない。また、第 6 試行以後 (FR-2 試行) での電撃はグリッド床の全面に通電され、2 度のクロス反応が完成されるまで停止しなかった。試行間間隔は平均 60 (10—270) 秒であった。CS の開始から第 1 クロス反応の完成までをその潜時として、第 1 クロス反応の完成時から第 2 クロス反応の完成までを第 2 クロス反応の潜時として、各々記録した。ただし、CS の開始後 35 秒以内に要求された反応が生起しない場合には、その時点でその試行を終了した。

結 果

CS の開始からラットに要求された反応が完成されるまでの平均潜時が、5 試行を 1 ブロックとして Fig. 1 に示されている。このうち FR-1 試行における 5 群のデータについて検定したが、有意な差はなかった。つぎに、FR-2 試行のデータについて群と試行ブロックとの効果を分散分析によって検定したところ、群の主効果が有意であり ($F_{(4,35)}=2.71, p<.05$)、傾向分析によれば、これは 1 次 (linear) 変動によるものであった ($F_{(1,35)}=9.83, p<.01$)。さらに、64S 群と NS 群との間に有意な差があった ($t_{(14)}=4.06, p<.05$)。また、試行ブロックの主

効果が有意であり ($F_{(4,140)}=4.14, p<.01$)、これは 2 次 (quadratic) 変動によるものであった ($F_{(1,35)}=11.87, p<.01$)。

FR-2 試行における第 1 クロス反応の平均潜時が、5 試行を 1 ブロックとして Fig. 2 に示されている。これについても先述と同様に検定したところ、1 次変動による ($F_{(1,35)}=9.99, p<.01$)、群の主効果が有意であった ($F_{(4,35)}=2.77, p<.05$)。さらに、64S 群と NS 群との間に有意な差があった ($t_{(14)}=3.58, p<.05$)。また、2 次変動による ($F_{(1,35)}=16.52, p<.001$)、試行ブロックの主効果が有意であった ($F_{(4,140)}=5.46, p<.001$)。そして、FR-2 試行における第 2 クロス反応の平均潜時について検定したところ、1 次変動による ($F_{(1,35)}=12.95, p<.001$)、試行ブロックの主効果のみ有意であった ($F_{(4,140)}=6.25, p<.001$)。

FR-2 試行において CS の開始後 35 秒以内に逃避反応が生起しなかった各群の総試行数は、64S, 48S, 32S, 16S, NS 群が各々 38, 31, 12, 19, 6 試行であり、1 次変動による ($\chi^2_{(1)}=30.48, p<.001$)、有意な差が群間に認められた ($\chi^2_{(4)}=36.89, p<.001$)。なお、FR-2 シャトル反応の第 1 クロス反応が完成されるまでに打ち切った総試行数は、先述の群の順で、23, 17, 12, 10, 4

FIG. 1. Mean response latency, from the onset of the conditioned stimulus (CS) to the completion of the shuttling response in seconds, for each group in blocks of 5 trials.

FIG. 2. Mean latency, from the CS onset to the first crossing in the shuttle box in seconds, for each group in blocks of 5 trials.

² Maier et al. (1973) によれば、この FR-1 試行を設けないと逃避不可能な先行電撃を経験しなかったラットが FR-2 シャトル反応を獲得しない場合があるため、その手続に従った。また、Maier & Testa (1975) は、FR-1 シャトル反応事態ではクロス反応と電撃停止との間の随伴性が単純であるため、電撃に対するラットの高いクロス反応傾向によって IE が生起しない事を確認している。

試行であった。

FR-2 試行の第1ブロック（第6—10試行）におけるFR-2 シャトル反応の平均潜時が、1試行毎に Fig. 3 に示されている。これについて群と試行との効果を検定したところ、1次変動による ($F_{(1,35)}=39.34, p<.001$)、試行の主効果が有意であった ($F_{(4,140)}=11.03, p<.001$)。また、1次変動による ($F_{(4,35)}=4.35, p<.01$)、群と試行との間の交互作用が有意であった ($F_{(16,140)}=1.72, p<.05$)。そして、第6—10試行における第1クロス反応の平均潜時が Fig. 4 に示されている。これについて先述と同様に検定したところ、1次変動による ($F_{(1,35)}=14.24, p<.001$)、群の主効果が有意であった ($F_{(4,35)}=4.28, p<.01$)。さらに、64S 群と NS 群との間に有意な差があり ($t_{(14)}=3.40, p<.05$)、48S 群と NS 群との間に有意な傾向があった ($t_{(14)}=2.84, p<.10$)。また、1次変動による ($F_{(1,35)}=38.58, p<.001$)、試行の主効果が有意であった ($F_{(4,140)}=12.13, p<.001$)。そして、第6—10試行における各群の第2クロス反応の平均潜時には差がなかった。

考 察

Fig. 1 が示すように、第5試行までの FR-1 試行にお

FIG. 3. Mean response latency, from the CS onset to the completion of the shuttling response in seconds, during the first 5 trials of the FR-2 training for each group.

FIG. 4. Mean latency, from the CS onset to the first crossing in the shuttle box in seconds, during the first 5 trials of the FR-2 training for each group.

いては各群の反応潜時の間に差はなく、先行電撃の提示回数の違いによる IE の程度の違いは見い出されなかった。全群のラットはほぼ電撃提示直後にクロス反応したのである。これは Maier et al. (1973), Maier & Jackson (1977), および Maier & Testa (1975) などの報告と一致している。ところで、本実験の主要な関心は FR-2 試行である。以下では第6試行以後のデータについて論議する。Fig. 1 が示すように、逃避不可能な先行電撃による後続の FR-2 シャトル反応事態における IE は明らかである。64S 群の反応潜時は NS 群のそれよりも長く、傾向分析によれば5群間に1次の傾向のある事が見い出された。これは、逃避不可能な先行電撃の提示回数が多ければ多いほど FR-2 シャトル反応の潜時が長く、FR-2 シャトル反応の潜時が先行電撃の提示回数の増加関数である事を示している。また、各群の逃避失敗数も同様の傾向を示している。この事実は IE を LH 仮説から説明する場合に予測された結果に一致する³。ただし、この5群間の差は回避反応の生起回数の違いによるものではなかった。実際、すべてのラットが25試行の FR-2 試行中に1度も回避反応をしていない。そして、長い反応潜時はラットの活動性が低下したためではなかった。逆に、シャトル箱の側面を伝わって立ち歩く、前肢が中央の障壁を越えるが後退する、などの電撃停止に無関係な運動反応が多く観察された。また、試行ブロックの主効果が有意であり、傾向分析によれば5ブロック間に2次の傾向のあることが見い出された。すなわち、Fig. 1 が示す様に、FR-2 シャトル反応の潜時は試行ブロックに伴って徐々に短くなるのではなく、その獲得曲線はいわゆる逆U字型であった。さらに、Fig. 1 は先行電撃を経験しなかった NS 群が FR-2 シャトル反応を段階的に獲得してはいない事実を示している。たとえば、Maier et al. (1973), Maier & Jackson (1977), Jackson, Maier, & Rapaport (1978), および Williams & Maier (1977) などの本実験の NS 群に相当する群においても、FR-2 試行の最初のブロックと最後のその反応潜時の間に明瞭な違いはなく、本実験と同様に獲得曲線はすべてほぼ平坦であった。

この様に、64S 群の FR-2 シャトル反応の潜時は NS

³ 本実験で示された IE が単に電撃の先行経験の結果ではない事が確認されれば、この結論は一層有効なものとなる。LH 仮説によれば、IE は先行電撃が逃避可能な場合には生起せず、逃避不可能な場合に生起する。そこで、各群に提示された先行電撃に逃避可能と逃避不可能との条件を設け、両者間の効果の違いを比較する手続が考えられる。しかし、その場合、同回数の電撃提示条件の被験体間で生じ得る電撃の総持続時間の差によって、本実験の主要な目的であるところの、単純に電撃提示回数を変数として取り扱う事が困難となる。

群のそれよりも長く、先行電撃の提示回数が多ければ多いほど、FR-2 シャトル反応の潜時は長く、逃避失敗数も多い傾向にあった。そこで、この事実を説明しなければならないが、FR-2 シャトル反応の2度のクロス反応に注目すれば次のような説明の可能性が考えられる。すなわち、(1) 第1クロス反応、(2) 第2クロス反応、あるいは(3) 第1および第2の両クロス反応、の潜時に違いがあり先述の事実に至った、という3通りである。そこで、FR-2 シャトル反応の第1クロス反応の潜時がFig. 2 に示されている。Fig. 2 においても逃避不可能な先行電撃によるIEが見られ、先行電撃の提示回数が多ければ多いほどFR-2 シャトル反応の第1クロス反応の潜時は長い傾向にある。さらに、試行ブロックと反応潜時との間には逆U字型の関係があった。この様に、Fig. 2 は Fig. 1 と非常に相似した各群の反応パターンを示している。Maier et al. (1973), Maier & Testa (1975) などもFR-2 シャトル反応の潜時がその第1クロス反応の潜時にかなり依存するデータを報告しており、実際、各群の第2クロス反応の潜時には差がないことや逃避失敗数のうちに占める第1クロス反応の失敗数などから、Fig. 1 が示すFR-2 シャトル反応事態におけるIEはその第1クロス反応の長い潜時によるものである⁴。

ところで、Fig. 1 のFR-2 試行の第1ブロックにおいてすでに各群の反応潜時に違いが見られる。この違いが試行のどの時点で生じたのかという事を知る必要がある。その理由の1つに、このブロックが先述のFR-2 試行における逆U字型の獲得曲線の一部として含まれていることがあげられる。そこで、以下ではこのブロックのデータについて論議する。Fig. 3 が示す様に、FR-2 試行の初期では全群の反応潜時がかなり短かく、64S群に注目すれば、そのFR-2 シャトル反応の潜時は試行に伴ない徐々に長くなり、第8 (FR-2 試行の第3) 試行では他の各群のそれよりも明らかに長くなっている。たとえば、Maier & Testa (1975) の本実験の64S群に相当する群もほぼこれと同様の反応パターンを示してい

る。また、FR-2 シャトル反応の第1クロス反応の潜時を示すFig. 4 も、Fig. 3 と非常に相似した各群の反応パターンを示している。この様にFR-2 試行の第1ブロックを分析する事から、先述の論議に対する一層有益な示唆が得られている。まず、FR-2 試行におけるIEと同様に、その初期におけるIEもFR-2 シャトル反応の第1クロス反応の長い潜時に依存していた (Fig. 4)。また、FR-2 試行における獲得曲線が逆U字型であったが、ラットに要求された電撃を停止するための反応がFR-1 からFR-2 シャトル反応に変更されても、実際にはその試行の初期では全群のFR-2 シャトル反応の潜時は非常に短かかった (Fig. 3)。したがって、FR-2 試行の第1ブロックはこの影響を受け潜時が短かくなり、その結果第2ブロックが上昇した様な形となったと考えられる。Maier & Jackson (1977) および Williams & Maier (1977) などもFR-2 試行の初期の反応潜時が短い原因として、FR-1 試行による影響という事を示唆している。これらの事から、全体としては試行に伴なう安定した逃避反応の獲得によって反応潜時が徐々に短かくなると考えれば、本実験で得られた逆U字型の獲得曲線は説明されうる。FR-2 試行の第1ブロックに及ぼすFR-1 試行の影響を排除する方法として、FR-1 試行を設けずにFR-2 試行だけの逃避-回避訓練手続を用いる事が考えられる。たとえばAltenor & DeYoe (1977) および Altenor, Kay, & Richter (1977) などは、その様な事態で逃避不可能な先行電撃によるIEを報告している。

以上の様に、逃避不可能な先行電撃によるラットのIEがFR-2 シャトル反応事態で確認された。また、先行の電撃提示回数が多ければ多いほど、FR-2 シャトル反応の潜時は長くなり、逃避失敗数も多くなる傾向があった。本実験の結果は、被験体の反応と電撃停止との間の独立性の学習が後続事態でのIEを導くと説明するLH仮説から予測された結果に一致している。

引用文献

- Altenor, A., & DeYoe, E.A. 1977 The effects of DL-p-chlorophenylalanine on learned helplessness in the rat. *Behavioral Biology*, 20, 111-115.
- Altenor, A., Kay, D., & Richter, M. 1977 The generality of learned helplessness in the rat. *Learning and Motivation*, 8, 54-61.
- Jackson, R.L., Maier, S.F., & Rapaport, P.M. 1978 Exposure to inescapable shock produces both activity and associative deficits in the rat. *Learning and Motivation*, 9, 69-98.
- Maier, S.F., Albin, R.W., & Testa, T.J. 1973 Failure to learn to escape in rats previously exposed to inescapable shock depends on nature of escape response. *Journal of Comparative and Physiological Psychology*, 85, 581-592.

⁴ これをFR-2 シャトル反応事態の一般的な結論とする事はできない。過去の多くの研究と同様に、本実験においてもラットに要求された反応がCSの開始後35秒以内に生起しなければその時点でその試行を終了する手続を用いた。たとえば、FR-2 シャトル反応の第2クロス反応が完成されていない時点で試行を打ち切った場合、35秒の最高潜時から第1クロス反応の潜時を差し引いたものを第2クロス反応の潜時とした。したがって、統計処理の際に逃避不可能な電撃を先行経験したラットのFR-2 シャトル反応の第2クロス反応傾向を過大評価したおそれがある。FR-2 試行での最高潜時を一層長く設ける事によってこの問題はある程度解決され得るであろうが、あくまでFig. 1のデータの説明としては、この結論は有益であると思われる。

- Maier, S.F., & Jackson, R.L. 1977 The nature of the initial coping response and the learned helplessness effect. *Animal Learning & Behavior*, 5, 407-414.
- Maier, S.F., Seligman, M.E.P., & Solomon, R.L. 1969 Pavlovian fear conditioning and learned helplessness: Effects on escape and avoidance behavior of (a) the CS-US contingency and (b) the independence of the US and voluntary responding. In B.A. Campbell & R.M. Church (Eds.) *Punishment and aversive behavior*. New York: Appleton-Century-Crofts. Pp.299-342.
- Maier, S.F., & Testa, T.J. 1975 Failure to learn to escape by rats previously exposed to inescapable shock is partly produced by associative interference. *Journal of Comparative and Physiological Psychology*, 88, 554-564.
- Overmier, J.B., & Seligman, M.E.P. 1967 Effects of inescapable shock upon subsequent escape and avoidance responding. *Journal of Comparative and Physiological Psychology*, 63, 28-33.
- Seligman, M.E.P., & Maier, S.F. 1967 Failure to escape traumatic shock. *Journal of Experimental Psychology*, 74, 1-9.
- Williams, J.L., & Maier, S.F. 1977 Transsituational immunization and therapy of learned helplessness in the rat. *Journal of Experimental Psychology: Animal Behavior Processes*, 3, 240-252.

—1978. 8. 22. 受稿—

The Japanese Journal of Psychology
1979, Vol. 50, No. 2, 101-105

資 料

漢字の情報処理——音読・訓読の検索過程——

関西大学 野 村 幸 正

INFORMATION PROCESSING OF CHINESE CHARACTERS (KANJI): RETRIEVAL PROCESSES IN CHINESE-STYLE READING (ON) AND JAPANESE-STYLE READING (KUN)

YUKIMASA NOMURA

Department of Psychology, Kansai University

A hypothesis was proposed that the presence of appropriate *furigana* (phonetic signs) would shorten the search time required for reading a *kanji* in *on* (Chinese style) or *kun* (Japanese style). In a factorial design, a series of *kanji* were presented without *furigana*, or with *on-* or *kun-furigana*, and subjects (Japanese) were instructed to read each *kanji* in either *on* or *kun*. Both the latency of reading and the probability of correct recall were influenced by the *furigana*, the instruction on reading style, and the customary reading style of each *kanji*. The results supported the hypothesis, and further reinforced a theory that Japanese subjects attach a meaning to a Chinese character by reading it in Japanese style at the first sight of the character.

最近、漢字の情報処理に関する研究が数多く行なわれている。例えば野村(1978a)は、漢字の解読過程、特に音読と訓読との関係を検討している。そこでは、語が提示されると直ちに意味が付与され、そしてこれに基づいて音読される可能性が示唆されている。この場合の意味の付与は Craik & Tulving (1975 p.290) のいう最小の核になる符号化 (minimal core encoding) の形成

に類似しており、漢字では訓読に非常に近い形態と考えられる。ところで漢字を解読するということは、そのもつ音あるいは訓を検索することであり、更に検索が走査 (search) と決定 (decision) から成ることを考えると、音読と訓読との関係もそれぞれに於ける走査、決定という観点から明らかにしうるように思われる。野村(1978a)は振り仮名有りと無しの条件を比較し、振り仮名が