

# エラーに対する認識の違いが外的手がかりの利用動因に与える影響

松尾 太加志<sup>\*1</sup>

## The influence on the drive to use external cues in the difference on cognition to the error

Takashi Matsuo<sup>\*1</sup>

**Abstract** - The purpose of this study is to verify that the drive of using external cue is affected by meta-cognition of error. In the psychological experiment, the imposed task was to memorize the places of the targets and recall them. Subjects can use the help information during the recall phase. In a half session of the experiment, subjects were forced to pay money according to the number of errors(punishment condition). In the other half session, subjects were not forced(no punishment condition). The frequency of using the help information was compared between sessions. As a result, the number of using the help was significantly high in the condition of punishment. It seems that meta-cognition of error affects the drive of using external cues. But the number of correct responses was not different between conditions. Because the availability for the external cue was low.

**Keywords:** human-error, motivation model, external cue, meta cognition

### 1. はじめに

松尾<sup>[1]</sup>は、エラー防止に関する動機づけモデルを提案し、そのモデルを心理実験によって検証した。そのモデルの基本的な考え方は、エラー防止を外から気づかせるということである。人間の基本的な認知特性を考えると、人間にどのように注意を喚起してもエラーを起こしてしまうため、外から気づかせる必要がある。そのためには、利用可能性の高い外的手がかり(人、ドキュメント、表示、対象)が必要となる。利用可能性は外的手がかりを利用しようとする行動に対しては誘因として働く。一方、たとえ誘因が高くても、それを利用しようという動因が高くないと、実際には外的手がかりは利用されない。利用行動のポテンシャルは、動機づけの考え方にしたがって、この利用動因(D)と誘因(I)である外的手がかりの利用可能性の積として次のように表現される。

$$\text{行動ポテンシャル}(P) = \text{動因}(D) \times \text{誘因}(I) \quad (1)$$

動因に影響を与えるものとして、松尾<sup>[1]</sup>は、主観的確信度を考えた。作業に対する確信が高ければ、外的手がかりを利用しようという動因は低くなるであろうし、確信が低ければ、外的手がかりを利用しようという動因は高くなる。そこで、外的手がかりの利用行動の動因を次式で表現した。

$$\text{利用動因}(D) = - \text{主観的確信度}(SC) \quad (2)$$

ここで は定数であり、この式は、主観的確信度が低いと利用動因が高くなることを意味している。ただし、動因は主観的確信度だけで決まるものではない。エラーの重大性の認識や作業でのストレスなどにも影響を受ける。松尾<sup>[1]</sup>はこのことも指摘しており、利用動因に関しては、次のような修正式を提案している。

$$\text{利用動因}(D) = - \text{主観的確信度} + \text{メタ認知} - \text{ストレス因} \quad (3)$$

ここで、メタ認知とは、エラーに対する認識である。エラーを侵すことによって重大な事態になるという認識が高ければ、エラーを未然に防ぐ努力(ここでは外的手がかりの利用)をするであろう。つまり、外的手がかりの利用動因が高くなる。また、ストレス因は時間的切迫感などによって生じるものと考えられ、時間的に切迫していると、外的手がかりを利用しようという動因は低くなると考えられる。

松尾<sup>[1]</sup>が心理実験によって検討したのは式(2)に基づいたモデルであり、式(3)については検討がなされていない。そこで、本研究では、この修正式に関わるメタ認知が利用動因に影響を与えるかどうかを実験的に検討する。

エラーに対する認識は、現実の場面では、エラーによって重大な事故が発生するとか、生命の危険にさらされるといった認識によるものだと考えることができる。しかし、実験室や訓練場面では、そのようなことを知識として被験者に与えてもその効果がない。実際に被験者にとってエラーを侵すことによって、なんらかの不利益になるような事態でない限り、エラーに対する認識は変化しない。そこで、エラーに対して罰金を与えるという形でエラーに対する認識を操作する。罰金を科すことによって、エラーに対する重大性の認識が高まり、外的手がかりの利用行動に影響を与えることが予測され、それを心理実験によって検討した。

### 2. 心理実験

#### 2.1 目的

エラー防止の動機づけモデルにおけるメタ認知の影響を検証するために、エラーに対する重大性を操作した心理実験を行ない、そのときの外的手がかりの利用行動を

\*1: 北九州市立大学文学部

\*1: Faculty of Humanities, University of Kitakyushu

観察する。実験課題は、松尾<sup>[1]</sup>が行ったものと同じである。マトリックス上のパネルのターゲットの位置を記憶する課題を与え、外的手がかりとしてターゲットの位置のヒントを与えるヘルプ情報を設けた。ターゲットの位置を開く作業段階で、間違っただパネルを開いたり、ターゲットをすべて開けなかつたりしたときに罰を与える。実験は2つのセッションに分け、いずれかのセッションで罰を与え、罰金を徴収したセッションとそうでないセッションでの外的手がかり利用（ヘルプ情報の利用）行動を観察することにより、エラーに対する認識の違いが利用動因に影響を与えるかどうかの検討を行う。

## 2.2 方法

### 2.2.1 被験者

北九州市立大学大学生6名（男性1名、女性5名）、年齢21歳～22歳。

### 2.2.2 課題

課題は、松尾<sup>[1]</sup>が行ったものと同じで、6×8のマトリックスのパネル上のあらかじめ定められたターゲットの位置を記憶し、そのターゲットのパネルを開くという課題である。課題は、以下の4つの段階に分かれている。最初は、ターゲット位置を記憶する記録段階で、6×8の48のパネル中、ターゲットが赤で10個表示され、それ以外は緑で表示される。ターゲットの位置はランダムに定められ、5秒間提示される。第2段階は確認段階で、全パネルが裏返して表示され、被験者はマウスをクリックしてパネルを表に返して、パネルの色を確認できる。ターゲット以外のパネルを開いてもかまわない。確認時間は10秒で、開くことのできるパネル数は12である。この10秒間の確認を数回行なう。その回数は実験条件によって異なり、1、3、5回のいずれかになる。10秒間の確認が終わるごとに、パネルは、またすべて裏返しとなり確認が繰り返される。次に、ターゲットの位置をどの程度覚えているかの主観的評価が求められる。画面上に表示される1から5までの数字（5がもっともよく覚えたことを示す）をクリックすることによって回答する。最後が、目標課題で、マウスをクリックすることによって、ターゲットのパネルを開いていく。このとき、ヘルプ情報を利用することができ、ヘルプボタンをクリックすると、まだ開いていないターゲットの位置のいずれかひとつの座標が表示される。ただし、ヘルプボタンを押してヘルプ情報（座標）が提示されるまでの時間は、0、1、3秒のいずれかとなる。ターゲット以外のパネルを開いてもかまわず、開くことのできるパネル数に制限はない。与えられる時間は20秒である。

### 2.2.3 装置

実験の制御はパーソナルコンピュータ（NEC PC-9821 Xn/C9W）によってなされた。実験の課題は、15インチカラーモニタ（NEC PC-KD854）に提示される。被験者はマウス（NEC製）を利用して操作する。実験プログラム

は松尾<sup>[1]</sup>のプログラムを本実験用に改変したものである。

### 2.2.4 手続き

被験者には、まず実験の報酬として5,000円が渡される。そして、実験課題での作業の失敗の程度に応じて罰金を支払うよう教示される。罰金は、目標作業段階の作業に対してなされる。10個のターゲットをクリックできなかった場合、クリックできなかったターゲット1個につき100円、ターゲット以外のパネルをクリックした場合、1個につき50円と定められた。

実験は、練習セッション、本実験の第1セッション、第2セッションの3セッションからなる。練習セッションは6試行行われ、本実験の各セッションは、確認回数条件3条件とヘルプ待ち時間3条件の組合せの9試行からなっている。セッション内の試行順序はランダムにされた。セッションが終了すると、そのセッションでクリックできたターゲットの総数、クリックできなかったターゲットの総数、間違っただクリックの総数が画面に表示される。この数字に基づいて罰金額を実験者が計算し、罰金を被験者に支払ってもらう。ただし、罰金が支払われるのは、第1セッションが第2セッションのいずれかで、どのセッションで罰金を支払ってもらうかは被験者によって異なり、実験開始時に知らされる。練習セッションについては、被験者にどの程度の作業でどの程度の罰金になるかを知ってもらうために計算するのみで、罰金は徴収されない。

各試行の開始は、被験者が画面上に表示される試行数表示を自らがマウスクリックすることによってなされ、被験者のペースでなされることとなる。

## 2.3 結果

主観的確信度の指標としては、独立変数としての確認回数と被験者の主観的評価の2つについて別々に分析を行った。主観的評価に関しては、全員の被験者の反応割合から、z変換を行い、その値を指標として用いた。

### 2.3.1 確認回数によるヘルプ利用回数の分析

ヘルプ利用回数に関して、罰金の有無条件ごとに6人の被験者の平均値を算出した。それをもとに、確認回数を主観的確信度の指標として用い、図1a、図1bに示した。2つの図を比較すると、罰金有りのほうが、全体としてヘルプをよく利用している。また、いずれの場合でも、ヘルプ待ち時間が短く、外的手掛りの利用可能性が高い場合は、ヘルプの利用回数が多くなっている。しかし、確認回数による影響は少ない。

罰金×確認回数×ヘルプ待ち時間×被験者（変動因子）の4要因の分散分析を行った結果、罰金（ $F=5.37$ ,  $df=1/85$ ,  $p<.05$ ）、ヘルプ待ち時間（ $F=8.63$ ,  $df=2/85$ ,  $p<.001$ ）、被験者（ $F=2.40$ ,  $df=5/85$ ,  $p<.05$ ）の各主効果に有意な差が認められた。

### 2.3.2 主観的評価によるヘルプ利用回数の分析

先の分析と同様に、ヘルプの利用回数を罰金の有無条

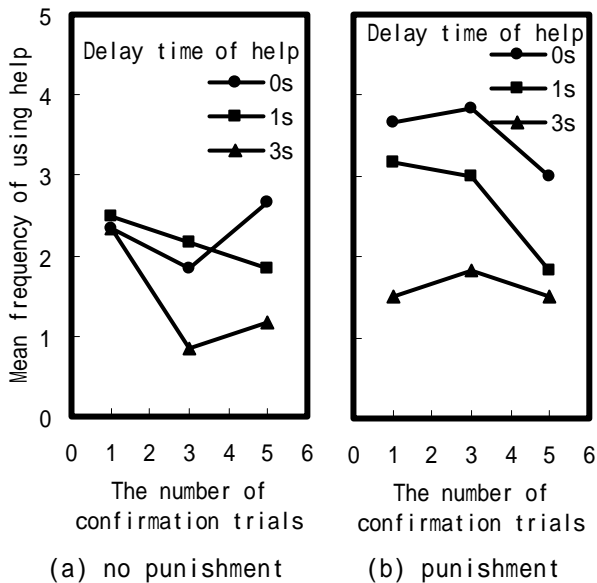


図1 罰金無し条件(a)と罰金有り条件(b)でのヘルプ利用回数。確認回数を主観的確信度の指標とした。  
 Fig.1 The number of times using the help in the no punishment condition(a) and in the punishment condition(b). The number of confirmation trials was used as an index of subjective confidence.

件ごとに6人の被験者の平均値を算出し、それをもとに、主観的評価を横軸とした図2を2a、2bに示した。主観的評価は独立変数ではないため、図2では、プロットされないデータがあり、被験者での回答がなかったことを示している。図2は、全体に右下がりのグラフを示しており、主観的評価が高いとヘルプを利用することがないことを示している。主観的評価とヘルプ利用回数の相関係数を算出したところ、 $-0.33(p < .001)$ となり、確認回数とヘルプ利用回数の相関係数 $-0.15(ns)$ に比べると、相対的に強い相関が認められた。

### 2.3.3 正反応による(エラー防止)分析

目標課題時にクリックできたターゲットの数(正反応数)を、条件ごとに分析をした。図3aに、罰金無し条件の場合の正反応数を、確認回数とヘルプ待ち時間ごとにとった。同様に図3bには罰金有り条件の場合の結果を示した。ヘルプ待ち時間が短いと正反応数は多くなっているが、罰金の有無による違いはみられなかった。

罰金 × 確認回数 × ヘルプ待ち時間 × 被験者(変動因子)の4要因の分散分析を行った結果、有意な差が見られたのは、ヘルプ待ち時間( $F=3.17, df=2/85, p < .05$ )、被験者( $F=4.38, df=5/85, p < .01$ )の各主効果だけであった。

### 2.4 考察

実験全体としては、松尾<sup>[1]</sup>のエラー防止動機づけモデルを支持する結果となった。図1や図2に見られるように、ヘルプの待ち時間が短い場合、ヘルプの利用回数が多くなっている。これは、外的手がかりの利用可能性、つまり、誘因が高いために、外的手がかりが利用されたということである。一方、主観的確信度に関しては、図

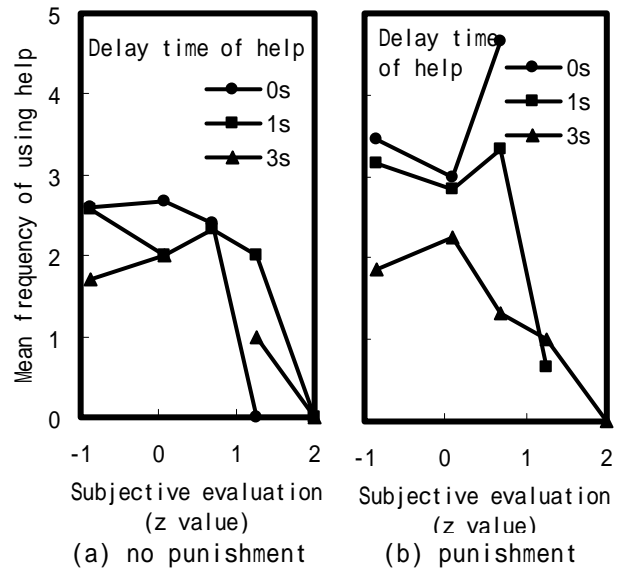


図2 罰金無し条件(a)と罰金有り条件(b)でのヘルプ利用回数。主観的評価を主観的確信度の指標とした。  
 Fig.2 The number of times using the help in the no punishment condition(a) and in the punishment condition(b). The subjective evaluation was used as an index of subjective confidence.

2で見られたように、被験者の主観的評価が高ければヘルプの利用回数が少なくなっている。つまり、主観的確信度が高いと外的手がかりの利用動因が低下することを示している。さらに、本実験では、相関係数の比較によると、確認回数という物理的測度よりも、主観的評価のほうでその関係性が強いことが明らかになった。

罰金条件の違いで見ると、ヘルプの利用回数は、罰金をとられる条件の場合に多くなった。しかし、実際のエラーの回数は減ったわけではなく、ターゲットをクリックできた数の分析では、罰金の有無による違いはなかった。これは、次のように考えることができる。罰金をとられることによってエラーに対する認識の重大さは変化したため、エラーを回避するために、外的手がかりを利用しようという動因は高まった。それによって、ヘルプの利用回数は増えた。しかし、ヘルプを利用することが必ずしもエラーの減少につながらない。それは、本実験での外的手がかりの利用可能性が必ずしも高くないためであると考えられる。表示までの時間、座標を読んで場所を特定するという認知的処理時間といったコストがかかっている。そのため、制限時間内にパネルをクリックできる回数が減ってしまい、ターゲットのクリックが増えない結果になってしまう。したがって、結果的にはターゲットをクリックできる数は、罰金の無い場合と変わらないことになってしまった。

実際に目標課題時にパネルをクリックした数(ターゲットもターゲット以外も含めた数)、ターゲット以外のパネルをクリックした数を、罰金の有無の条件間で比較したところ、有意な差はみられなかった。ヘルプの利用に

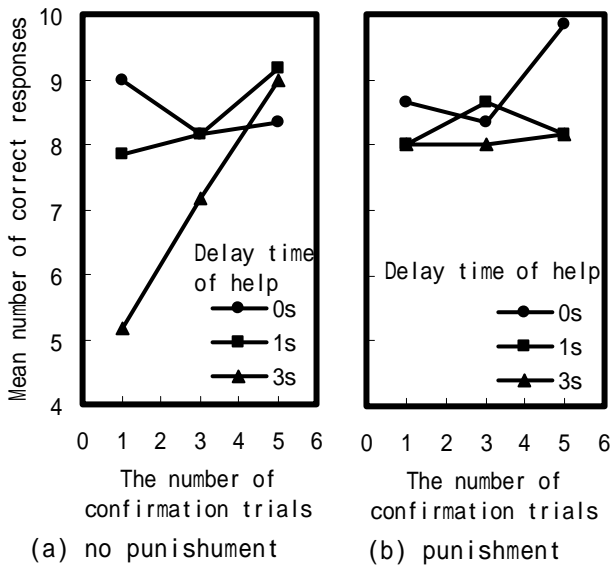


図3 罰金無し条件(a)と罰金有り条件(b)での正反応数。確認回数を主観的確信度の指標とした。

Fig.3 The number of correct responses in the no punishment condition(a) and in the punishment condition(b). The number of confirmation trials was used as an index of subjective confidence.

よる時間的コストがあっても、ヘルプを利用してパネルをクリックしようという努力がなされていたが、実際にはターゲット以外のパネルをクリックするということになってしまっていた。利用動因への変化はもたらされ、外的手がかりの利用を促進する結果となったが、それがエラー防止にまではつながらなかった。

### 3. 全体的考察

心理実験から得られた結果からは、エラーの重大性の認識が高くなれば、外的手がかりの利用行動の動因が高くなり、実際に外的手がかりを多く利用するようになるということであった。ただし、それが、実際にはエラー防止には結びつかなかった。それは、外的手がかりの利用可能性の低さの問題であろう。

現実の場面においても、同様のことが生じている可能性がある。外的手がかりの利用可能性が低く、そのためにコストがかかってしまい、外的手がかりを利用して、結果的にインシデントなどの減少に効果をもたらさない場合が考えられる。そうすると、外的手がかりを利用しなくなってしまう。そのような状況下で事故が発生してしまうと、システムとして外的手がかりを準備していたにも拘わらず、それを利用しなかった作業者に責任が転嫁される。しかし、実際には利用しにくい外的手がかりであったり、守ることが難しいルールを決めていたりしているに過ぎず、エラー対策として意味をなしていない可能性がある<sup>[2]</sup>。

ただし、本実験での方法については検討の余地がある。本実験では、エラー行動に対して罰金をとるという形で

エラーに対する認識を操作させ、メタ認知に影響を及ぼしたと考えたが、それが本当にエラーに対する認識を変化させたことになっているのかどうかは確かではない。メタ認知というレベルではなく、もっと低次のレベルでの単なる学習であった可能性も否定できない。一時的な回避学習のような形になってしまった恐れもある。本実験では、正しいターゲットをクリックできなければ、罰が与えられるわけである。それを回避するために、ヘルプを利用するという手段をとったとも考えられる。エラーに対するメタ認知というよりも、単なる条件づけ学習の結果であるという可能性もある。

本来、事故といったリスクに対するマネジメントでは、エラーに関わった当事者を懲罰する懲罰モデルではなく、リスクマネジメントシステムとしてどこがまずかったのかを改善していく学習モデルであることが要求される<sup>[3]</sup>。本実験の結果は、見方を変えると、懲罰モデルを支持する結果であるとも考えられる。したがって、メタ認知の操作としての方法論については、本実験での手法が妥当であったかどうか再検討する必要もある。

さらに、このような実験結果を一般化できるものと考えするには、慎重でなければならない。山岸<sup>[4]</sup>が述べているように、実験室での実験は理論としての一般化は可能であるが、現実の社会現象に直接当てはめることができるわけではない。本実験の場合も、メタ認知の操作として定めた罰金の条件、外的手がかりとして与えたヘルプ情報などは一般的なものではない。理論として一般化するには、少数の実験結果だけではなく、数多くの実験結果によって、理論を精緻化していかなければならない。

### 謝辞

本研究は、原子力安全システム研究所のヒューマンエラーワークショップの一環として行なわれ、そのお世話をいただいた同研究所の守川伸一氏に感謝申し上げます。また、実験は、北九州市立大学文学部人間関係学科大下真紀さんの2001年度卒業論文の一環として行なわれ、実験を実施した大下さんにも、この場を借りてお礼を申し上げます。

### 参考文献

- [1] 松尾: ヒューマンエラー防止のための動機づけモデルの心理実験による検証 ヒューマンインタフェースシンポジウム 2000 論文集, Pp.391-394 (2000)
- [2] 山内, 山内: 医療事故 - なぜ起こるか, どうすれば防げるのか - ; 朝日新聞社(2000).
- [3] 中島: 薬剤による医療事故発生メカニズム - エラーを減らすためのシステムアプローチ「Who」から「What」へ. 調剤と情報, 3:19-23, (1977).
- [4] 山岸: 信頼の構造 - こころと社会の進化ゲーム; 東京大学出版会, Pp.144-148 (1998)