

## 事故防止のための外的手がかり情報の使いやすさの要因

松尾太加志\*

### 1. 本研究の背景と目的

事故を防止するには、ヒューマンエラーそのものの発生を低減させることも必要だが、ヒューマンエラーが発生してもそれが事故に至らないようにすることが重要である。

松尾(2003)は、ヒューマンエラー防止のための外的手がかりによる動機づけモデルを提唱している。この考え方では、エラーに気づかせるためのしくみとして外的手がかりを利用させることが重要だと指摘している。たとえば、行うべき作業内容についての記憶違いをしていた場合、内容確認ができるマニュアルなどの外的手がかりがあれば、正しい作業内容がわかり事故を防止することができる。

#### 1.1 外的手がかり利用行動の動機づけ

外的手がかりは、しくみとして設けられていても、作業者がそれを利用しなければ効果がない。たとえば、マニュアルが整備されていても、作業者自身が自分の記憶に確信を持っていれば、マニュアルをわざわざ利用しない。また、確信がそれほど高くなくても、マニュアルを取り出したり、読むのが面倒であるなど、認知コストが高いと利用されない。

松尾(2003)は、このような行動のメカニズムを動因と誘因の相補的な関係に対応づけ、動機づけの考え方で説明している。行動を生起させるには動因も誘因も高いことが十分条件となるが、一方の要因が低くても、他方の要因が十分に高ければ行動は生起することになる。外的手がかり利用行動の側面で見ると、主観的確信が高く、外的手がかりの利用動因が低くても、外的手がかりの認知コストが低ければ(誘因は高く)、外的手がかりの利用行動の生起頻度が高くなる。一方、外的手がかりの認知コストが高くても(誘因は低く)、主観的確信が低ければ、動因が高くなるため、外的手がかりの利用行動は高まる。

このような関係性を実証するため、松尾(2003)は、ターゲットの位置を記憶させ、その位置を想起させる実験課題を行った。位置を想起させる段階で、外

的手がかりとしてヘルプ情報が利用できるようにし、位置情報を知ることができるようにした。認知コストの操作としては、ヘルプ情報の提示までの遅延時間を操作した。その結果、遅延時間が短いほうがヘルプ情報を利用することとなった。また、記憶させる段階でターゲットの位置の確認を行なわせるようにし、その回数を変えることによって、主観的確信を操作したところ、主観的確信が低いほうがヘルプ情報を利用することがわかった。

#### 1.2 問題と目的

本研究で問題とするのは、十分に認知コストが低い外的手がかりがあれば、主観的確信のような動因の高低にかかわらず外的手がかりを利用する行動が動機づけられるかどうかである。

松尾(2003)の実験では、動機づけモデルを支持する結果となっているが、以下のような問題が考えられる。まず、実験方法として、ヘルプ情報の提示までの遅延時間を実験的に操作した点である。この実験の場合、作業のための時間を制限しているため、時間の制約は、作業課題の中に盛り込まれて、遅延時間が長いことは、必然的にヘルプ情報を利用しにくい環境を提供することになり、作業者の使いにくさの判断以前の問題になっている。認知コストの誘因として働いてはいるが、時間制約上合理的な判断としてそうせざるを得ない状況を作ってしまっただけにすぎないと考えられる。

第二は、実験の結果についてである。ヘルプ情報の提示までの時間が短いほうが外的手がかりを利用したということが示されてはいるが、一方で主観的確信の程度のほうが大きな要因となっていた。これは動機づけモデルを支持するものではあるが、十分に誘因が高い場合、主観的確信の高低にかかわらず、利用行動が高まるまでには至らなかった。

そこで、本研究では、外的手がかりの認知コストについて操作のインタフェースを変えることによって条件設定した。それによって、時間のコストの間

\* 北九州市立大学文学部 教授

題とは異なる側面での検討が可能となると同時に、操作上コストの低い条件設定をすることによって、主観的確信の高低にかかわらず、外的手がかりを利用する場合があることを示すことを目的とした。

## 2. 実験方法

### 2.1 被験者

大学生 12 名（男性 2 名，女性 10 名）。年齢は 20 歳～22 歳。いずれもパソコンの操作経験がある。

### 2.2 課題

被験者の課題は、 $6 \times 8$  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、次の 4 つの段階に分かれている。最初は、ターゲット位置の記銘段階である。 $6 \times 8$  の 48 のパネル中、10 個のターゲット位置がランダムに定められ、5 秒間提示される。ターゲットは赤、それ以外は緑で表示される。第 2 段階は確認段階で、全パネルが裏返しで表示され、パネルをマウスでクリックして表に戻して、ターゲットの位置を確認する。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う。その回数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繰り返される。次は、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の段階である。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、まだ開いていないターゲットの位置のいずれかのパネルの色が紫色に変化する。ヘルプの利用の仕方は後述する実験条件によって異なる。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 15 秒である。

### 2.3 実験条件

ヘルプを利用するには、ヘルプアイコン、右クリック、スペースバーの 3 つの方式を実験条件として設定した。ヘルプアイコン条件は、画面内のマトリ

ックスの上部に四角の HELP アイコンが表示されており、そこをマウスでクリックすることによって開いていないターゲットが指示される。右クリックは、マウスカーソルの位置にかかわらず、マウスの右ボタンをクリックすることによって指示される。スペースバーは、キーボード上のスペースバーを押下することによって指示される。

各操作を行ってからターゲット位置が指示されるまでの時間（以下ヘルプ待ち時間という）は、0 秒の場合と 1 秒の場合を設けた。さらに、前述したように確認段階での確認回数は、1 回、3 回、5 回の 3 条件を設けた。

### 2.4 装置

実験の制御はコンピュータ（Fujitsu FMV466D3S1）によってなされ、15 インチカラーモニタ（Fujitsu FMV-DP84Z）に提示される。被験者はマウスを利用して操作する。実験プログラムは松尾(2003)のプログラムを本実験用に改変したものである。

### 2.5 手続き

各試行の開始は、試行数が表示される画面で被験者自らがマウスクリックすることによって開始する。目標課題に移る前には、ヘルプ待ち時間とヘルプの操作条件が表示され、目標課題中にも表示される。

記銘、確認、評定、目標課題の一連の作業を 1 試行とし、確認回数条件 3 通り、ヘルプ操作条件 3 通り、ヘルプ待ち時間条件 2 通りの組み合わせの 18 試行がなされる。その順序はランダムで、本実験に入る前に、6 試行の練習を行った。

## 3. 結果

### 3.1 ヘルプ利用頻度

ヘルプの利用頻度をヘルプ操作条件、ヘルプ待ち時間、確認回数の 3 つの条件別に平均値を算出した（図 1）。3 要因の分散分析を行なったところ、主効果に有意な差がみられたのは、ヘルプ待ち時間 ( $F=10.69$ ,  $df=1/11$ ,  $p<.01$ )、確認回数 ( $F=3.60$ ,  $df=2/22$ ,  $p<.05$ ) であった。また、交互作用が見られたのは、ヘルプ操作条件  $\times$  確認回数 ( $F=3.23$ ,  $df=4/44$ ,  $p<.05$ )、ヘルプ待ち時間  $\times$  確認回数 ( $F=3.69$ ,  $df=2/22$ ,  $p<.05$ ) であった。

単純主効果の検定を行なったところ、ヘルプアイコン条件とスペースバー条件では確認回数の単純主

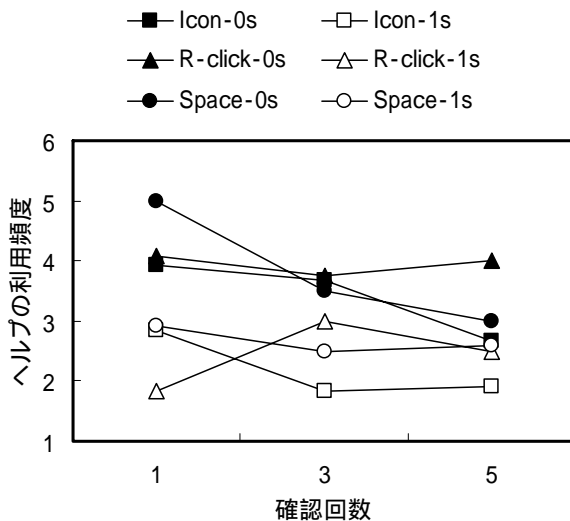


図1 条件ごとのヘルプの利用頻度の平均値

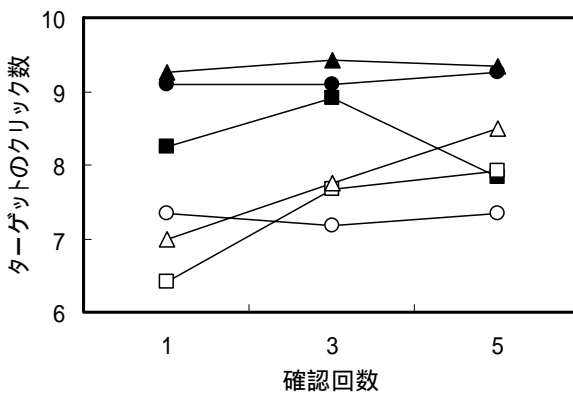


図2 条件ごとのターゲットのクリック数の平均値

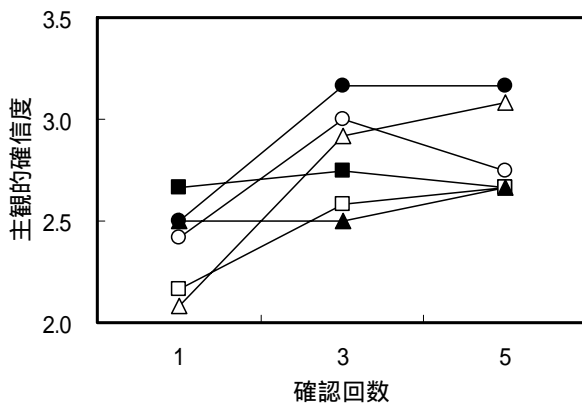


図3 条件ごとの主観的確信度の平均値

効果に有意差がみられ ( $F=7.16$ ,  $df=2/22$ ,  $p<.01$ ;  $F=5.42$ ,  $df=2/22$ ,  $p<.05$ ), 確認回数が多いほどヘルプは使われていなかった。LSD 法による多重比較では、いずれも、確認回数 1 回と 3 回の間、確認回数 1 回と 5 回の間で有意差が見られ、確認回数 1 回のほうがヘルプ利用回数は多くなっていた。

また、確認回数が 5 回の場合、ヘルプ操作条件の単純主効果に有意な差がみられ ( $F=5.13$ ,  $df=2/22$ ,  $p<.05$ ), 右クリック条件がヘルプアイコン条件に比

べて有意にヘルプ利用回数が多くなっていた (LSD 法による多重比較での 5% 水準)。

ヘルプ待ち時間と確認回数の関係においては、ヘルプ待ち時間が 0 秒の場合、確認回数に有意差が見られ ( $F=8.99$ ,  $df=2/22$ ,  $p<.01$ ), 確認回数が 1 回の場合が他の確認回数に比べ有意にヘルプ利用回数が多くなっている (LSD 法による多重比較での 5% 水準)。また、確認回数のすべての条件でヘルプ待ち時間に有意な差がみられ (確認回数 1 回  $F=10.44$ ,  $df=1/11$ ,  $p<.01$ ; 確認回数 3 回  $F=9.47$ ,  $df=1/11$ ,  $p<.05$ ; 確認回数 5 回  $F=6.23$ ,  $df=1/11$ ,  $p<.05$ ), いずれもヘルプ待ち時間が 0 秒のほうがヘルプの利用は多くなっている。

### 3.2 ターゲットのクリック数

ターゲットのクリック数を、ヘルプ操作条件、ヘルプ待ち時間、確認回数の 3 つの条件別に平均値を算出した (図 2)。3 要因の分散分析を行ったところ、主効果に有意な差がみられたのは、ヘルプ操作条件 ( $F=3.89$ ,  $df=2/22$ ,  $p<.05$ ), ヘルプ待ち時間 ( $F=17.53$ ,  $df=2/22$ ,  $p<.01$ ) であった。交互作用は見られなかった。ヘルプ操作条件においては、LSD 法により多重比較を行ったところ、右クリック条件がヘルプアイコン条件よりも 5% 水準で有意にターゲットのクリック数は多かった。ヘルプ待ち時間においては、ヘルプ待ち時間が短い 0 秒条件のほうがターゲットのクリック数は多くなっていた。

### 3.3 主観的確信度

各試行で評定してもらった主観的確信度について、ヘルプ操作条件、ヘルプ待ち時間、確認回数の 3 つの条件別に平均値を算出した (図 3)。3 要因の分散分析を行ったところ、確認回数の主効果に有意な差がみられた ( $F=5.94$ ,  $df=2/22$ ,  $p<.01$ )。LSD 法により多重比較を行ったところ、確認回数が 1 回と 3 回の間、1 回と 5 回の間で 5% 水準で有意差が見られ、確認回数 1 回の場合、他の 3 回、5 回に比較して確信度が低かった。

## 4. 考察

### 4.1 主観的確信と外的手がかりの利用

確認回数が少なかった 1 回の場合、ヘルプの利用回数が多くなっていた。一方、主観的確信度の平均値を条件別に算出し分析したところ、確認回数が 1

回の場合と3回・5回の場合で統計的に有意に異なる結果を示した。これらの結果から、主観的確信度が低いことが外的手がかりを利用する行動への動因を高めることとなり、本実験においてヘルプの利用頻度が高まったと考えることができる。

#### 4.2 ヘルプ待ち時間と外的手がかり

ヘルプ待ち時間が短い0秒のほうでヘルプ利用頻度が高くなっている。さらに、ターゲットのクリック数においても、待ち時間が0秒の条件で有意に多くなっている。ヘルプを利用することで、作業として確実に安全度が高まったと考えることができる。ただし、最初に述べたように、制限時間のある課題として遅延時間が長い操作を敬遠することは合理的判断として当然のことであり、課題の中に組み込まれた必然的な戦略であると考えられる。

#### 4.3 ヘルプ操作条件と外的手がかり

ヘルプ利用頻度においては、右クリック条件だけが、確認回数の影響を受けなかった。これは、主観的確信度の高低にかかわらず、右クリックでのヘルプ利用が一定していたと考えられる。統計上有意な差はみられなかったものの、右クリック条件でのヘルプ利用頻度は他の条件よりも平均的に大きな値を示している。右クリック条件は、他の条件に比べ、利用しやすいインタフェースであり、主観的確信の高低に関わらず、利用されたと考えることができる。

右クリックは、マウスを動かすことなく、指で右ボタンを押すだけであるため、他の条件に比較すると、操作上のコストはもっとも低い。

このように右クリック条件でヘルプの利用頻度が主観的確信にかかわらず高かったことは、課題成績にも反映している。ターゲットのクリック数でみた場合、右クリック条件がヘルプアイコン条件よりも統計的に多くなっている結果が見られており、右クリック条件でヘルプの利用頻度が高くなったことが安全な作業につながったと考えることができる。

#### 4.4 総合考察

松尾の提唱した動機づけモデルでは、主観的確信の高低が動因の高低に影響を与え、外的手がかりの認知コストが誘因として働くということであった。

外的手がかりを利用するかどうかという意思決定は、効用最大化理論の枠組みとしてとらえることもできる。外的手がかりを利用する場合、認知コスト

が高くても不効用があったとしても安全という効用を上げる効果があると判断された場合には、利用するであろう(Blomquist, 1986)。一方、認知コストが低い場合は、効用がそれほど高くないと判断したとしても、外的手がかりを利用するであろう。

外的手がかりを利用させるには2つの方策が考えられる。ひとつは、利用動因を高めるために、主観的確信を高くしすぎないことである。リスク認知を高め、エラーの発生確率が低いことを認知させることである。しかし、そのためには、信頼性の高い情報が必要とされると同時に自分の作業経験による主観に左右されるため(松尾, 2005)、対策として必ずしも有効ではない。もうひとつの対策は、認知コストの低い外的手がかりを準備することである。本実験で示されたように十分に認知コストの低い外的手がかりを準備できれば外的手がかりは利用される。また、目標課題としてのターゲットクリック数の成績も高くなっており、ミスの少ない安全な作業が確保されたと考えられる。

安全対策として講じられたものが、認知コストが高いものであれば、たとえ対策として設けられていても、ほとんど意味をなさない。しばらくは遵守されるが、時間の経過とともに無視されてしまい、また同様の事故を引き起こしてしまう。認知コストの低い安全対策を講じることが必要である。

#### 謝辞

本研究の実験は、北九州市立大学文学部人間関係学科増田洋一氏の2002年度卒業論文の一環として行なわれました。この場を借りてお礼を申し上げます。

#### 参考文献

- Blomquist, G. C. 1986 A Utility Maximization Model of Driver Traffic Safety Behavior. *Accident Analysis and Prevention*, 18, 371-375.
- 松尾太加志 2003 外的手がかりによるヒューマンエラー防止のための動機づけモデル ヒューマンインタフェース学会誌, 5, 75-84.
- 松尾太加志 2005 課題の難易度情報がリスク回避行動に及ぼす効果 ヒューマンインタフェースシンポジウム 2005 (発表予定).