

スリップエラーおよびミステイクエラーの発生要因に関する研究

白井伸之介*

A study on Some Causal Factors of Action Slip and Mistake

by Shinnosuke USUI*

Abstract; Human error was classified into two categories, action slip and mistake, on the basis of "the seven-stage process of action" proposed by Norman (1988). According to his theory, slip is the error that occurs when a person forms an appropriate goal but does an action that is not intended, and mistake results from the choice of inappropriate goal.

The aim of this study was to detect the factors of human error, particularly found in mistake that makes workers misunderstand the electric live line and action slip that causes drivers to lock their keys in their cars unintentionally (key lock-in trouble).

The main results obtained in this study can be summarized as follows:

- 1) To clarify the causal factors of falling accident by electric shock, interview and questionnaire were administered to workers who were engaged in the same job as sufferer.
- 2) Analysis showed some reasons why workers mistook the electric live line and revealed that there were some factors that made workers neither detect nor correct the error, and some other factors that justified the mistake at that time.
- 3) A questionnaire was administered to drivers who had experienced lock-in trouble. Then the driver's sequential behavior and the trouble-generating processes were analyzed. The most frequently marked items under the environmental and psychological situations were hurrying, doing other things before getting out of the car, and thinking about other things.
- 4) In factor analysis, six factors contributing to key lock-in trouble were extracted: interruption of chain behaviour, thinking about upcoming matters, thinking about other things, hurrying to get out, hurrying on business, and having to deal with a crowded situation.
- 5) From the study of slip, some solutions were drawn by two different kinds of design, one for preventing slips before they occurred and one for detecting and correcting them when they did occur. From the study of mistake, some countermeasures were suggested for each of three aspects according to the seven stages of action: the stage of goal, execution and evaluation.
- 6) To prevent the accidents, this paper discussed on clarifying the importance of human factors which consist of not only personal factors but also inter-personal ones, socio-organizational and life environmental factors.

Keywords; Human error, Human factors, Action slip, Mistake, Accident analysis, Accident prevention, Psychology, Factor analysis

1. 緒 言

数々の悲劇を生み出す災害が発生した場合、その原因を究明してみるとその大部分は人間側の失敗（ヒューマンエラー）が関与している。人間は、些細な失敗を含めると誰もがしばしば失敗をするが、それらは決して意図的に生起させたものではなく、ほとんどは無意識のうちについ「うっかりと」発生してしまうものである。しかし、そのようなエラーがどのような条件のもとでなぜ生じるのか、特にその心理的なメカニズムについては今だ説明されていない部分も多い。心理学は感覚・知覚、学習、記憶、動機づけ、パーソナリティなどいくつかの人間の側面から、「人間はなぜそのように行動するのか」という人間行動の理解を目的とした学問であるが、「なぜ行動に失敗するのか」というヒューマンエラー研究もまさに心理学研究と表裏一体の関係にあるといえよう。

そこでヒューマンエラーの発生メカニズムを明らかにするためには、人間の持つ特性および人間を取り巻く環境、またその相互関係について総合的に把握、検討する必要があるといえる。しかし、ヒューマンエラーの形態はきわめて多岐にわたるため、その性質を理解するためには、まずある一定の観点から分類を行い、その共通項からヒューマンエラーに関する普遍的な特性を見出すというアプローチが、これまでとられてきた一般的な手法である。そのような分類研究としては、形態別分類（たとえば Swain 1980¹⁾、Reason 1984²⁾）や大脳生理学的分類（たとえば橋本 1984³⁾）、原因別分類（たとえば米山 1985⁴⁾）、認知心理学的分類（たとえば Norman 1981⁵⁾、1988⁶⁾、Reason 1987⁷⁾、1990⁸⁾）などがある。中でもエラーを人間の情報処理プロセス内で位置づけ、その分類・分析から人間の認知処理とその失敗のメカニズムを明らかにしようとする認知心理学的研究は、エラー発生の根源に迫り得る、またその対策を講じる上で有用なアプローチであるとして近年活発に行われている。そこで本稿はヒューマンエラーをスリップとミステイクの2つに分類する認知心理学的アプローチに基づき、そのそれぞれの典型的エラーから生じた災害やトラブルの発生要因について調査、分析した。そして、それぞれの事例について明らかにされた要因からヒューマンエラーや災害の防止策について検討し、またヒューマンファクターの側面からの対策の重要性について論じた。

2. ヒューマンエラーの認知心理学的分類

人間の失敗現象を幅広く表す言葉としてヒューマンエラーがあるが、認知心理学者の Reason や Norman は、ヒューマンエラーを人間の情報処理プロセスの観点から以下のように分類した。

Reason (1990)⁸⁾ は、人間の行為を①目標の設定とその実現のためのプランの作成、②目標実現のために必要とされる事象や行為の記憶、③目標を実現するための行為の実行、というシーケンスから捉え、このような行為を実行するために必要とされる認知過程とそこで生じる主要なエラーとの関係を Table 1 のように示した。

Table 1 によると、まず目標実現に必要なプランを設定するプランニングの段階で生じるエラーは、目標そのものを間違えてしまうエラーでありミステイクと呼ばれる。たとえば会議に出席するためある会場へ出かける、という目標をたてたとする。その際、その会議を翌日行われる別の会議と思い込んで、翌日行くべき会場に出かけてしまったなら、それはプランニングの段階でのエラー、すなわちミステイクである。次にプランニングに応じた行為を実行の段階に移すまでには、何をすべきか、何をしたかなど多くのことを記憶する必要がある。その段階での“もの忘れ”や“し忘れ”のようなエラーはラプス (lapse) と呼ばれる。先の例であれば会議に必要な資料をすっかり忘れてしまうようなエラーである。最後は実際に行う行為を実行する段階で引き起こしてしまう、“し損ない”や“しくじり”といったエラー、たとえばコーヒーカップをつまみそこねて書類を汚してしまうような失敗であり、スリップと呼ばれる。通常1つの大きな目標を実現するためには一連の行為が必要であり、そしてそれらの行為自体はまた下位目標にもなるというように、大きな目標の達成には、いくつかの下位目標、下位行為が必要とされ、それらは階層構造をなしているといえる。

Table 1 Classifying the error types according to the cognitive stages.
認知過程と主要なエラーの種類

認知段階	主要なエラーの種類
プランニング	ミステイク
記憶	ラプス
実行	スリップ

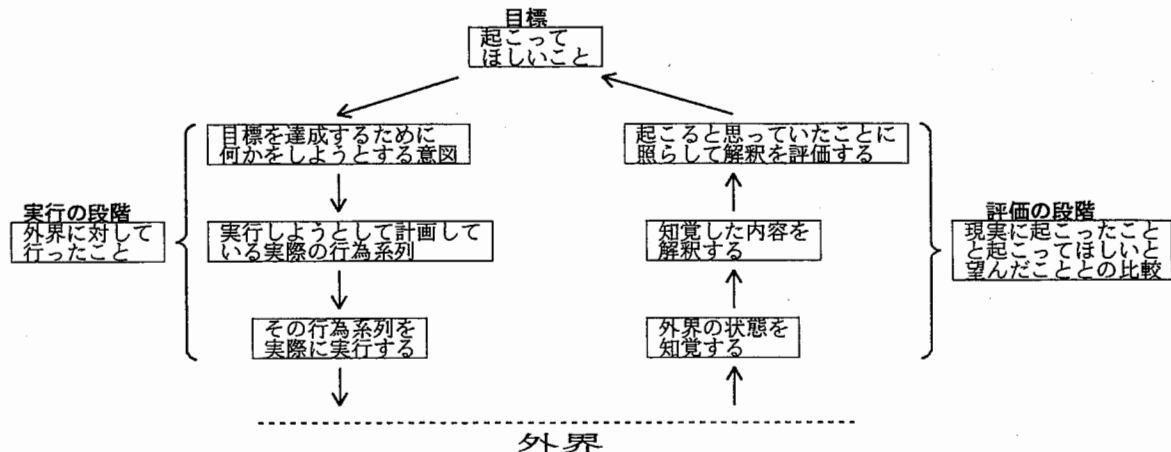


Fig. 1 Seven stages of action (Norman, 1990).
行為の7段階理論

Norman (1988)⁶⁾は、人間の行為を目標の形成と実行およびその評価の観点から7段階に分けてモデル化し、ヒューマンエラーを目標形成の段階でのエラーであるミステイクと、実行の段階でのエラーであるスリップ (NormanはReasonのいうラプスもスリップに含めている) の2つに分類した。Normanの行為の7段階理論とは以下のように説明される。

【Normanの行為の7段階理論】

人の行為遂行には「実行」と「評価」という2つの側面がある。実行とは何かをすることであり、評価とは起こってほしいこと（目標）と外界に実際に生じたことを比較することである (Fig. 1 参照)。人間はある行為を遂行するためには、まず何をしたいかということについて何らかの考えがなければならない。それが遂行されるべき「目標」である。目標は必ずしも明確であるとは限らないが、それを行為につなげるために、目標は、すべきことに関する特定の表現に変換されなくてはならない。この表現を「意図」と呼ぶ。また意図を実際に行い得る身体動作に結びつけるためには、具体的な行為の内容やその順序を詳細化する必要がある（「行為系列」）。そしてどのような行為をするかを特定した後で、それを実際に「実行」する。この意図の形成から実行までを実行の段階という。

評価の段階は、働きかけをした外界を「知覚」することから始まる。次にその知覚した内容を「解釈」しようとし、最後に欲していたもの、すなわち目標と実際に起こったこととを比較し、「評価」する。

この7段階モデルは近似的モデルであり、それぞれの段階はすべてはっきりと分離されるもので

ない。

また、たいていの活動は1サイクルの行為で完結するわけではなく、すべての行為を経由する必要もない。

この行為の7段階理論において、スリップとミステイクは明確に区別される。すなわち、スリップは適切な目標の形成は行われたが、それを実行する段階で失敗するエラーである。またミステイクとは、目標自体が状況の誤解や思い違いなどのためにすでに誤っているエラーであり、その目標に従って実行されたため、実行過程に限ってみれば正しく行われていても、結果的に誤っているエラーである。誤りの気づきやすさに関してみると、スリップはその評価の過程で目標と比較・照合されるため、多くの場合エラーは視覚的なフィードバックなどから、行為の直後に比較的容易に気づかれる。一方ミステイクは、実行の段階に限ってみれば正しく行われており、また評価の段階においても、誤ったものとはいえ目標と比較・照合すると適切に実行されているため、エラーを検出することはきわめて困難となる。それゆえに重大な事態に直結し得るエラーであるともいえる。NormanのモデルはReasonのそれよりも人間行動をよりミクロなレベルで捉えているといえるが、分類したスリップとミステイクの内容についてはほぼ同一のものとなっている。

次にこのようなミステイクやスリップが直接的な原因となって発生したと考えられる災害やトラブルの典型的な事例を2つとりあげ、それぞれについて、発生プロセスおよび発生要因を調査、分析し、またエラー発生の心的メカニズムについて検討した。

3. 回線誤認というミステイクにより感電墜落した災害事例の原因分析

3.1 災害発生概要

今回検討した災害事例⁹⁾¹⁰⁾は、77 kV の送電線の張り替え工事が終わり、電線クランプの把持状態を確認するために昇塔した作業員が、停電回線の 1 号線（以下 1L）と充電回線の 2 号線（以下 2L）とを間違え、送電中の 2L に触ってしまい、感電墜落した死亡災害である（Fig. 2 参照）。災害発生に関連する事実としては次のものがあげられた。

- (1) 被災者は当然ステップのついたc脚から昇ったものと考えられる（一般鉄塔の昇塔用のステップ脚は対面のa脚にあるが、当該鉄塔はc脚についていた）。
- (2) 作業回線を確認するために着用していた腕カバーと回線標識色の照合を省略した（腕カバーの上に私用の赤色ヤッケを着ていたので照合確認は行われていない）。
- (3) 活線側に進入することを防止するために赤色の危険旗をつけた遮断棒が取り付けられていたが、それは本来取り付けられるべきアーム吊材ではなく、アーム主材につけられていた。すなわち、遮断棒は物理的遮断の役割を果たさなかった（Fig. 3 参照）。

3.2 分析結果

3.2.1 回線誤認の発生理由

被災者が死亡しているので、エラーの原因は推定で積み上げなければならなかったが、筆者を含めた数名の研究者は、同種の作業をする人たちに対する面接調査、質問紙調査及び現場再現実験などによって Fig. 4 に示すような災害要因の関連性を明らかにした。以下その概要について説明する。

災害はいくつかのエラーが重なって発生するが、本事例では回線を誤って思い込むというまさに人間のミスTEイクが災害の根本にあったと考えざるを得ない。回線誤認とは、鉄塔の左右に分かれた1Lと2Lの活死関係を逆転して思い込んだことである。同種の作業を行っている人たちに、これまで回線誤認の経験があるかどうかを質問紙により尋ねたところ、589人中141人、ほぼ4分の1の人が「ある」と回答していた。そこで、なぜ回線誤認が起こったかその原因

について回答を求めた結果が Table 2 である。この回線誤認には 2 種類のものがある。1 つは 1L と 2L の空間関係を 180 度逆転して思い込んでしまうもの

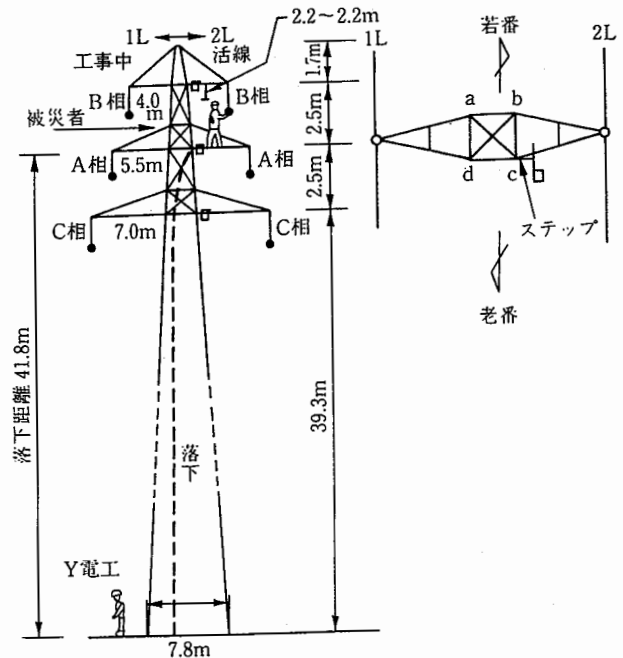


Fig. 2 Situation of the accident.
事故鉄塔状況図

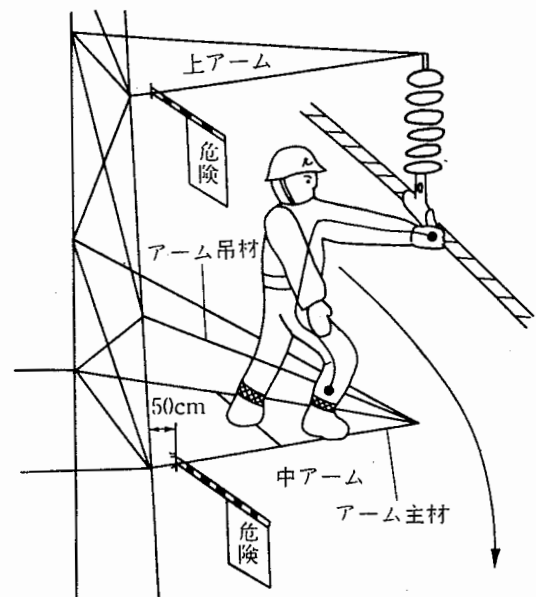


Fig. 3 Location of the interception-pole and danger-flag.
遮断棒と危険旗設置位置

Table 2 The reasons why workers mistake the electric live line.
回線誤認が生じた理由

なぜそのようなことが起きたと思いますか (該当するものにはすべて○印をつけて下さい)	N	%
1. TBM で聞き違えて	7	1.2
2. 若番・老番の方向を取り違えて	35	5.9
3. ステップ脚と作業回線との位置関係を取り違えて	28	4.8
4. ステップ脚と位置が前後の鉄塔と変わっていたため	32	5.4
5. 回線色をはじめから間違っと思込んでいたため	25	4.2
6. 前日の作業と回線が同じだと思って	19	3.2
7. 地形 (山, 川, 道路, 線路, 建物) との関係を取り違えて	20	3.4
8. 前後の鉄塔の標識から誤った判断をして	7	1.2
9. 危険旗の赤色を停電回線標識の赤色と、ふと取り違えて	2	0.3
10. 上下の回線を取り違えて	27	4.6
11. その他	25	4.2

であり、いま1つは空間関係は正しく把握しながら、活死関係を反対に思い込んでしまうものである。前者の空間関係の逆転から誤って思い込む例を Table 2 でみると、2.3.4.7.8. がそれにあたり、後者の、方向は正しく把握しながら回線の活死を誤ってしまう例は、1.5.6. が該当する。Table 2 の回答率をみると、空間関係は正しく把握していながら活死関係を取り違えて生じる回線誤認 (合計 8.6%) よりも、空間関係を逆転して取り違えたことで活死関係も取り違える回線誤認 (合計 20.7%) の方が起こりやすいことが理解できる。しかしここでとらえた回線誤認の原因は、その比率が高いからといって、本災害の原因であったとは限らない。たとえ比率が低いにしても、本災害の背後要因になっている可能性はあるし、またここに出ていない要因が関係していることもあり得る。

3.2.2 回線誤認をチェック修正できなかった要因

作業者は人間であり、回線誤認というエラーが時として生じるのは防ぎようがないが、たとえそれが生じても災害に至る前にそれに気づかせたり、誤認が災害に直結しないような防止対策が講じられていなければならない。この作業においてもさまざまなチェック機構が設定されていたが、本災害の場合、被災者が回線を誤認してから活線を把持するまでのプロセスを分析すると、それらのチェック機構が機能しないまま災害に直結してしまったことが明らかにされた。すなわち、Fig. 4 において回線誤認をチェック修正できなかった要因としてあげている「回線標識と腕カバーの照合確認の省略」(回線表示色が 1L は赤、2L は青と定められて、この回線標識が昇塔部やアーム部分に明示されている。作業員は当日の作業回線と同じ色の腕カバーを渡されてそれを回線標識と照合して、間違いのないことを確認することになっている)、「危険旗・遮断棒が十分機能していなかった」、「検電手続きの省略」などである。またそれぞれの要因が発生した背景にはさらにいくつかのファクターが関与している (例えば当日は雨で腕カバーの上にヤッケを着ており照合ができなかった。前日に遮断棒を取り付けた別の作業員は取り付け金具の具合が悪くなかったので傾斜のない吊材に取り付けた、検電器は共用で被災者は所持していなかったなど)。

3.2.3 回線誤認を助長したと考えられる要因

今回の分析で、回線誤認をチェック修正できなかった要因のほかに、外部環境の状況によって、回線誤

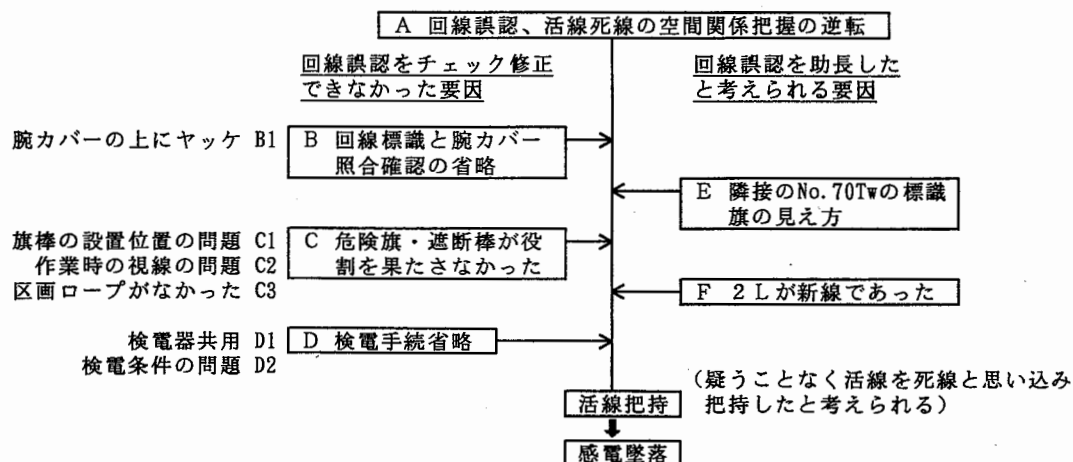


Fig. 4 Diagram of accident causation.
災害要因関連図

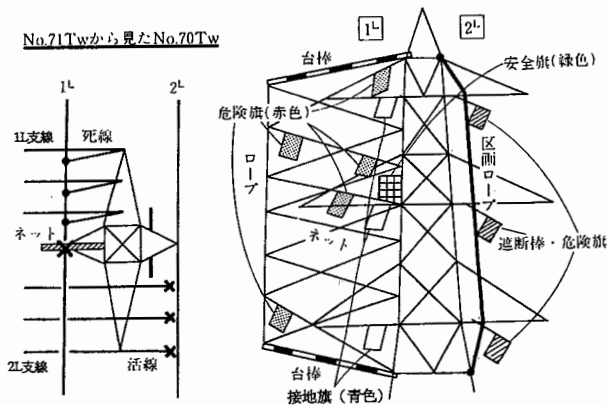


Fig. 5 Location of the signs on the next tower.
隣接鉄塔の標識配置図

認という人間の思い込みをさらに助長・促進するという要因が見出された。Fig. 4 にあげられているように回線誤認を助長した第1の要因は「隣接の No. 70 鉄塔 (以下 Tw) の標識旗の見え方」である。災害が発生した No. 70 Tw は支線が分岐され、複雑な配線になっている (Fig. 5 参照)。No. 71 Tw から見た場合、並行方向に電線が張られているだけでなく、分岐した電線は手前と向こう側に奥行きをもって二重に張られている。当日は No. 70 Tw の支線は、No. 71 Tw から見て奥側にある回線 1L (支線) が停電で、手前側の 2L (支線) 側が活線であり、その中間には Fig. 5 のように遮断ネットが張られ、そこには5本の赤色の危険旗 (1L 支線側から 2L 支線側に向かわないためのもの) が活死関係を明示するために取り付けられていた。現場での再現実験により、No. 71 Tw から No. 70 Tw を見ると、緑色の安全旗や青色の接地旗は背後の山の緑に溶け込んで見えない状態であり、また 2L 側危険旗も並行線上に配置されているので、旗面は見えない状態である一方、遮断ネットに張られた赤色の危険旗は際だって見え、それらは 1L 側 (停電線) の危険旗と錯覚させる位置にあることがわかった。隣の鉄塔の標識旗類から無意識ながらいろいろな情報を得て、自分の行動の手がかりとしていることが質問紙調査結果から得られているが、昇塔前に回線誤認をしていたならば、このケースのように隣接鉄塔から得られる視覚的な情報が、自分の思い違いを打ち消すよりもむしろ正しいものと思わせる (1L 側に危険旗が取り付けられているのは 1L が活線であるからだ、と自らの思い違いを正当化してしまうという)、思い違いをいつそう助長する働きをしたと考えられる。

第2の助長要因は「2L が新線であった」というものである。もし 2L が旧線であった場合には、新線張り替えの把持状態の確認を行っているのだから、旧線に触ることはない。しかし、この災害時には 2L も5日前に新線と張り替えられていて、両回線ともに新線であった。質問紙の自由回答欄に次のように記入した人がいる。「15年の間に回線誤認による感電死亡3件が身近で発生した。いずれも 33 kV2 回線であり、かつ回線標識は赤 (1L)、青 (2L)。赤が停電中で青側に移動して感電している」。

今回の事例をいれると4例とも青側の 2L に触れにいて死亡していることになる。質問紙から、回線標識の赤色を見て「危険だ」と思い違いをしたことがあると回答した人が 8.3%、また、青色を見てふと「安全だ」と思い違いをした人が 5.4%いるとの結果を得ている。比率は小さくとも、災害発生の要因として働くことは否定できない。それと関連して、本事故のように 2L が 1L に先立って張り替えが行われるという順序では、2L 青 → 安全、新線 → 安全という錯覚を招く2つ手がかりが重なり合い、回線誤認の思い違いを助長する働きをなすことが考えられる。

4. スリッエラーの一形態であるキー閉じ込みエラーの原因分析

スリッエラーは労働現場や日常生活において誰もが数多く経験するヒューマンエラーである。その形態はきわめて多種多様であり、周囲の環境および人間との係わりも各々異なる。従って、人間および環境、その両者との係わりからエラー発生の背景要因を鮮明化するためには、分析の対象とするエラーの形態を限定することが有用であると考えられる。そこで筆者は、日常生活における些細なスリッエラーではあるが多くの人が経験し、また一旦引き起こすと非常に困惑するエラーとして、自動車内にキーをおいたままドアを閉める、というキー閉じ込みエラーに着目した。そして質問紙法を用いてエラーを生起させたドライバーを対象にデータを収集し、その分析から当エラー発生にかかわる内的、外的要因を抽出し、その発生のメカニズムについて検討した¹¹⁾。

4.1 調査方法

JAF (日本自動車連盟) の協力を得て、実際にキーを閉じ込めて JAF に通報したドライバーを対象に、JAF サービス隊員が現場で直接調査紙を配布し、そ

- | | |
|----------------------------|--------------------------------------|
| 1. 運転中何か気がかりなことや、心配ごとがあった。 | 13. 早く出ようと急いでいた。 |
| 2. 所用で急いでいた。 | 14. 仕事、家族や予定など何かほかの考えごとをしていた。 |
| 3. 疲れを感じていた。 | 15. 特に、車を離れてからその次にすることについて、何か考えていた。 |
| 4. 緊張していた。 | 16. 停車後、同乗者と話をしていた。 |
| 5. 目的地、駐車場所、電話など何かをさがしていた。 | 17. 車内で知人を待っていた。 |
| 6. 止めにくい停車であった。 | 18. 車外に出るとき、かさをさしていた。 |
| 7. 駐車場所は危ない所だった。 | 19. 荷物などで手がふさがっていた。 |
| 8. 周囲には車や人が多かった。 | 20. トランク内の何かをとり出しに行った。 |
| 9. 車外に出るまでに何か用事をした。 | 21. 一旦、車を出てからまた用を思いついて車内にはいった。 |
| 10. 持ち出す荷物があつた。 | 22. ロックするまでに、日ごろと何か違ったことがあったり、したりした。 |
| 11. 服を着たり、くつをはきかえたりした。 | |
| 12. 車外に何か気になる人や物があつた。 | |

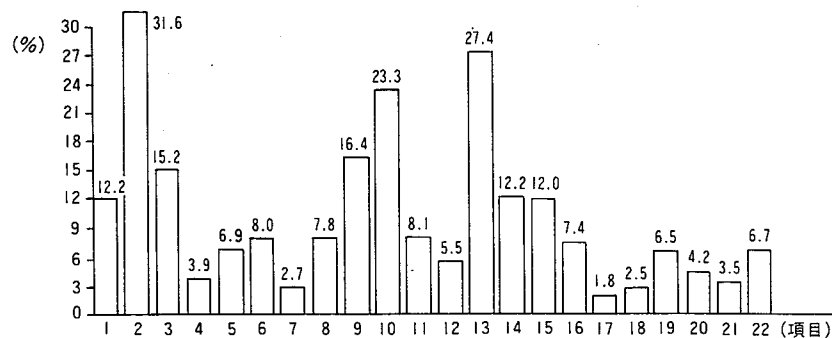


Fig. 6 'Yes' answers rates, by the driver's psychological and environmental situation.
閉じ込み時行動に関する項目回答率 (複数回答)

の場で回収した。配布数は800で、うち566を回収した(回収率70.8%)。質問紙の内容は、フェースシート(性、年齢、運転経験)やキー閉じ込み時にとられた行動について(運転中から停車時、車外に出るまでの車中、車外に出てからロックするまで、とおおよそ時間軸にそって22項目あげ、あてはまるものすべてに○印を求めた)など39の質問項目から構成された。

4.2 分析結果

キー閉じ込み発生時の行動について質問した結果をFig. 6に示す。Fig. 6より、項目2.「所用で急いでいた」の回答率が最も高く(31.6%)、また13.「早く出ようと急いでいた」が次いで高く(27.4%)、人間の急ぎの動機がエラーを誘発する主要な要因になっていたことがわかる。それ以外には、10.「荷物の存在」(23.3%)、9.「車内で用事」(16.4%)、3.「疲れ」(15.2%)、1.「気がかり、心配ごと」(12.2%)、14.「他の考えごと」(12.2%)、15.「次にすることの考えごと」(12.0%)が回答率10%を越えた項目であった。

エラー発生時にとられたこのような行動の背後には、閉じ込みエラーを引き起こす原因となるいくつかの因子が存在すると考えられる。そこで上記エラー発生時にとられた22項目の回答結果について因子分析を実施することにより、エラー発生を誘発しているであろう因子の抽出を試みた。主因子法を用いた結果10の因子が抽出された。寄与率の高い上位6因子に関して、Varimax回転後の因子負荷量の高かった項目を列挙し、各因子別にTable 3に示した。負荷量の高かった項目から、抽出された因子が何を意味するかについて以下のように解釈した。

第1因子：車内での荷物の存在や車内で行う用事についての項目に負荷量が高かった。このような行動は、降車時に自動化されている車内での行動を一時的に中断させる可能性がある、との点で共通する。従ってこの因子は“一連動作中断の因子”と命名した。

第2因子：主に現在直面している運転行動よりも時間的に一つ先の行動やその考え事についての項目で負荷量が高かった。従ってこの因子は“次の考え事の因子”と命名した。

Table 3 Results of factor analysis.
因子分析結果

FACTOR 1 —連動作の中断の因子— (18.0%)loadings		
10.	持ち出す荷物があつた	0.428
19.	荷物などで手がふさがっていた	0.367
9.	車外に出るまでに何か用事をした	0.335
21.	車を出てからまた車内にはいった	0.199
FACTOR 2 —次の考え事の因子— (16.1%)		
12.	車外に何か気になる人や物があつた	0.474
15.	特に車を離れてから次にする事を考えていた	0.383
5.	目的地, 駐車場所, 電話等何か捜していた	0.281
FACTOR 3 —他の考え事・ぼんやり因子— (11.7%)		
14.	仕事家族予定など何か他の事を考えていた	0.375
3.	疲れを感じていた	0.347
1.	運転中何か気がかりな事や心配事があつた	0.317
FACTOR 4 —一時的急ぎ因子— (10.8%)		
13.	早く出ようと急いでいた	0.673
FACTOR 5 —持続的急ぎ因子— (9.8%)		
2.	所用で急いでいた	0.636
FACTOR 6 —注意の転導因子— (9.6%)		
7.	駐車場所は危ない所だった	0.539
12.	車外に何か気になる人や物があつた	0.193
8.	周囲には車や人が多かった	0.148

() Pct of var

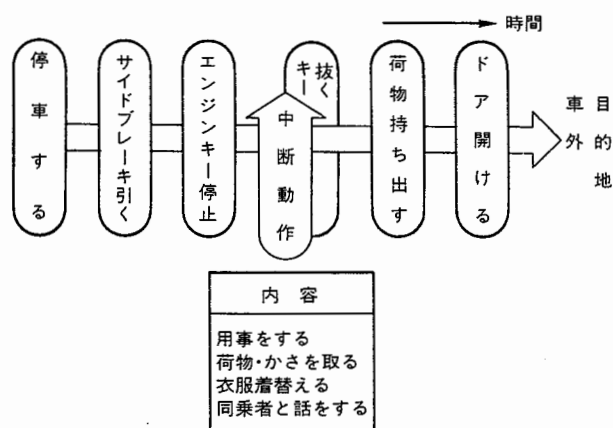


Fig. 7 The occurrence process of error by interruption of chain-behavior.

動作中断によるエラー発生プロセス

第3因子：主に現在直面している運轉行動とは直接関係のない考え事や、疲れに関する項目で負荷量が高かった。従ってこの因子は“他の考え事・ぼんやり因子”と命名した。

第4因子：早く出ようと急いでいたという項目13に負荷量が高く、“一時的急ぎの因子”と命名した。

第5因子：所用で急いでいたという項目2に負荷量が高く、“持続的急ぎの因子”と命名した。

第6因子：駐車場所の危険性や、人や車の多さに

Table 4 Causal factors of no gear landing errors.
脚出し忘れエラーの発生要因

1. 余裕がない
2. 脚操作以外のものに注意を集中（注意の転導）
3. 置き換え操作による誤り
4. 他のものに注意をひかれ、かつそれに関した操作をした
5. いったん行った操作を中断した場合
6. コミュニケーションの不適切（相手がしてくれるだろう）

関する項目で負荷量が高かった。このような状況や事物はドライバーの注意をそらす可能性がある、との点で共通する。従ってこの因子は“注意転導（注意のそれ）の因子”と命名した。

本エラーの主要な要因と考えられる「動作の中断」や「急ぎ」がなぜエラーを発生させるのかが問題であるが、ドライバーは通常、車を停車させてから車外に出るまでの間、その動作内容や順序は各個人で自動化されており、個々の要素動作は特に意識されることなく行っている。そこで、Fig. 7の発生プロセスで示すように、停車後、例えば日常と異なる荷物やかさを持ち出したり、何か用事をしたりといった行動が挿入されて車内での一連動作が中断した場合、前後に行っている動作と意味的に関連を持たない、付帯的な内容である「キーを抜く」という動作が省略されやすいと言えよう。その具体的な理由としては、

- 1) 代償行動の特性：キーを抜くという作業の心理的緊張が、別の作業をする事によって代償され、解消されてしまう。
- 2) 人間の情報処理特性：別の動作が入ったり、一連動作間の間隔や順序が乱れたりすることが情報的ノイズとなって、本来の情報処理プロセスをかく乱するため、キーを抜くという動作のプログラムがくずれて消滅してしまう。

などのメカニズムが考えられる。

また人間が急いだ場合には、心的余裕の減少、確認の省略などの理由からエラーが生じがちである。ただ、今回の因子分析で急ぎの因子が2つに分離したように、一言で急いでいたと言っても、たとえば仕事がつまっていた、運転中から焦っていた持続的な急ぎもあれば、何かに注意が向いてあわてて車外に出てしまう一時的な急ぎもあるなど、その意味・背景には違いがあると考えられる。

航空機事故の原因分析をしている垣本(1988)¹²⁾はその中でも、「脚を出し忘れ」のために胴体着陸に至っ

た事故事例の要因分析を行っている。脚の出し忘れもキーの抜き忘れと同様、ある動作を省略するというスリッパエラーであるが、その主たる原因として、パイロットの余裕のなさ、注意のそれ、動作の中断などを指摘しており (Table 4 参照)、今回分析の結果得られたキーの抜き忘れの要因と類似していることが示されている。すなわち日常的なスリッパ、重大災害を引き起こすスリッパの両者とも、その発生要因、発生メカニズムに関しては共通の性質を持つと考えられ、今回の分析で得られた結果は、災害防止の観点から重要な意味を持つ。またその点からも、われわれの日常生活で経験する失敗事例は、分析の対象として意味を持ち、決して些細な現象のものとして棄却してしまう性質のものではないと考える。

5. 考 察

5.1 本研究で分析した災害・トラブル事例の防止策

スリッパエラーを防止するには、

- 1) エラーが生じる前にそれを防止する (例えば視覚的に見やすい、操作しやすいデザインにするなど)、
- 2) エラーが生じた後でそれを検出し、修正可能にする (例えば失敗すると機器が停止するインターロック機構の導入など) という 2 つの側面から、人間工学的対策を講じることが重要である。

そこでキーの抜き忘れというスリッパエラーの防止策に関して現在考え得ること、また現実に実施されている具体例を上記 2 側面に分けて以下にまとめる (それぞれの具体的対策は短所もまた持ち合わせているが) と、

- 1) エラーを生じにくくする対策: キーを使わないとドアが施錠できない強制選択法の機構の採用、リモートコントロールでドアを開閉できるキーレスエントリー機構の採用、必ずキーでドアを閉めるように手順を決めるなど、
- 2) エラーを検出、修正する対策: キーがエンジンキーのカギ穴に差し込まれたままドアを開けると警報音が発生する装置の導入、スペアキーを常に身に付けておく、車体にスペアキーを張りつけておくなど、である。

一方、回線誤認による墜落災害のように、行為の目標自体が誤りである人間のミステイクに起因する災害防止策の考え方はさらに複雑になる。本稿では、

回線誤認から感電墜落に至るまでのプロセスを、回線誤認した要因、回線誤認をチェック修正できなかった要因、回線誤認を助長した要因の 3 つの側面から分析したが、それらを Norman の行為の 7 段階理論に当てはめると、回線誤認した要因は目標形成の段階、チェック修正できなかった要因は実行の段階、回線誤認を助長した要因は評価の段階と、3 つの側面が人間の行為のプロセスにまさに該当していることがわかる。そこで行為の 7 段階理論をミステイクに起因する災害の防止策を考える枠組みとし、各段階別に考えられる防止策について、以下に提言としてまとめた。

- 1) 目標形成の段階での防止策 (回線誤認の発生を防止する対策): 昇塔用のステップ脚をすべて鉄塔の a 脚に統一することにより作業状況の統一性を図り、錯覚が起こらないように配慮する、鉄塔の若番・老番の方向を示す標識板等を明示し、方向の逆転認知を防止する的確な手がかり情報の提供を図るなど。
- 2) 作業の実行の段階での防止策 (回線誤認を確実にチェック修正する対策): 遮断棒・危険旗の取り付け位置を明確化する、また両者の大きさを再検討することにより、間違いのない物理的遮断を可能にする、活線に誤って接近すると警報音が発生するような装置を開発するなど。
- 3) 作業の評価の段階での防止策 (回線誤認を助長する要因を排除する対策): 赤色・青色が危険・安全をイメージさせるなら、その意味以外のサインとして使用することを再考するなど。

5.2 災害防止におけるヒューマンファクターの重要性

災害の防止には、設計、設備、作業環境の改善などの人間工学的対策が当然重視されるべきである。しかし、物理的対策がすべてに及ぶことが不可能な作業 (たとえば非定常作業) や、人間の思い違いそのもの (たとえば今回の分析事例では、当日の回線の活死を最初から反対に思い込んでしまうこと)、また作業者が故意に安全装置を解除したり、安全確保の作業を省略することにより生じる災害などは、単なる物理的な改善では防ぎきれないことも事実である。

このような人間特性に対処するには、別の視点からの対策、たとえば人間はどのような時に思い違いをしてしまうのか、どのような時に急ぐのか、確認作業を省略するのか、といったヒューマンエラー発

生の背後に存在する諸要因（ヒューマンファクター）を徹底的に明らかにし、その視点から防止策を考慮することが求められる。

ヒューマンファクター（ズ）とは本来人間工学と訳され、人間の諸機能を測定し、人間の能力にあった機械・設備の設計に役立てようという学問であった。しかし近年でのヒューマンファクターとは人間行動に影響を及ぼす要因を、従来のように個人レベルだけから捉えるのではなく、作業遂行レベルやさらに社会的レベルをも含め、幅広い視野から捉えられるようになっている。そしてその諸要因を明らかにすることにより、災害防止研究においては、ヒューマンエラー発生に関与する要因除去を目的としたアプローチに役立てられるのである。

ヒューマンエラー発生の背景にあるヒューマンファクターは、以下のようにまとめられ、また各レベルはFig. 8に示されるような関連にあると考えられる。

- 1) 個人的レベルのファクター
身体的機能（体格、運動性など）、生理的機能（覚醒水準、疲労など）、心理的機能（欲求、動機、感情など）、情報処理機能（知覚、判断、記憶など）、年齢、経験、技能、パーソナリティ、態度など
- 2) 個人間レベルのファクター
人間関係（上司、同僚、後輩、顧客との関係）、コミュニケーション（個人間の情報伝達）など
- 3) 集団組織レベル
リーダーシップ、職場の雰囲気・方針、安全教育、安全管理、安全活動、コミュニケーション（組織間の情報伝達）など
- 4) 生活環境レベル
家庭問題（配偶者・親子関係）、健康問題（本人・家族）、経済的問題、勤務地・住居の問題など
- 5) 作業環境レベルのファクター
作業内容、作業手順、作業負荷、作業条件、作業設備、作業設計、気象、温度、照明、騒音など

ヒューマンエラーの直接的原因には、個人的レベルのファクターが中核的要因としてあげられるが、この個人的レベルのファクターに対しては、個人間レベル、集団組織レベル、生活環境レベル、作業環境レベルのファクターが影響を及ぼしてくる。従って災害防止のためには、直接的発生原因である個人のエラーレベルのみをとらえるのではなく、なぜそのような行為がとられたのかを原因分析する、すなわち

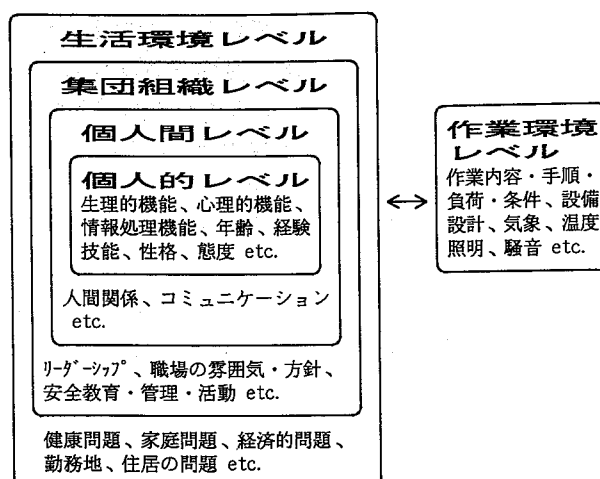


Fig. 8 Classifying human factors related to human error.

ヒューマンエラーに関与するヒューマンファクターの種類とその関連図

個人のエラーの背景にあるヒューマンファクターを追求し、それに対する対策を講じることが根本的問題解決につながると考える。

本研究のスリップ事例の分析では、なぜ急いだのか、なぜ注意がそれたのかなどの要因については、必ずしも十分に分析されていないが、さらにその背景にあるヒューマンファクターのレベルまで及んだ要因が明らかにされれば、個々のスリップエラーに特有の防止策のみならず、ある程度普遍性を持ったエラー対策の構築につながりうると考えられ、今後の課題である。またミステイクによる災害の事例分析から、今回あげた具体的対策以外にも、たとえば災害原因分析委員会の設置や安全に関する専門スタッフの配置、TBMやKYT、ヒヤリハット制度の再検討などいくつかの管理、教育的対策が浮かび上がる。ヒューマンエラーが発生する背景条件を分析すると、多くの場合個人的レベルや作業環境レベルにとどまらず、個人間レベル、集団組織レベル、生活環境レベルにまで広がり得る。災害の防止には、このレベルにまで及んだ物的、管理的、教育的対策が重要視されるべきであろう。

6. 結 言

本研究は、ヒューマンエラーをスリップとミステイクに分類する認知心理学的分類に基づき、それぞれの典型的エラーから生じたと考えられる災害とトラブル事例、すなわち充電回線を停電回線と思い

込むという作業員のミステイクにより発生した感電墜落災害と、自動車内にキーをおいたままドアを閉めるというスリップにより生じたトラブルの発生要因について分析を試みた。分析結果をまとめると以下ようになる。

- (1) 回線誤認から感電墜落に至るまでの種々の災害要因とその関連を明らかにするために、同種の作業をする作業員に対する面接調査、質問紙調査及び現場再現実験を行った。その結果、回線誤認が生じる理由には、空間関係の逆転、活死関係の逆転の2種類があり、特に前者による思い違い発生の可能性が高いことが明らかになった。
- (2) 回線誤認から災害発生に至るまでに、エラーをチェック修正できなかったいくつかの要因が見出された。またその他にエラーを助長・促進した要因も存在していたことが明らかになった。
- (3) キーを閉じ込めるというスリップエラーをおかしたドライバーを対象として、質問紙調査を行った結果、エラー発生時の状況としては、急ぎに関して回答率が最も高かった。
- (4) エラー発生時の行動に関する質問項目について、因子分析を実施した結果、一連動作の中断、次の考え事、他の考え事・ぼんやり、一時的急ぎ、持続的急ぎ、注意の転導の6因子が抽出され、それらはエラーを誘発する因子であると解釈した。
- (5) 分析したエラー事例の対策として、スリップエラーでは、スリップが生じる前に防止する対策と、スリップが生じた後にそれを修正可能とする対策の2側面から、またミステイクエラーでは、Normanの行為の7段階理論に基づいて、目標の形成、作業の実行、作業の評価の3側面からそれぞれ対策を提言した。
- (6) 災害を防止するには、その直接的原因である個人のエラーレベルおよび作業環境レベルにとどまらず、個人間レベル、集団組織レベル、生活環境レベルなど個人のエラーの背景にあるヒューマンファクターを追求し、それらに対する物的、管理的、教育的対策を講じることが重要であることを強調した。

謝 辞

本論文では、すでに「システムと制御誌」に掲載した「ヒューマンエラーの心理学的研究」（共著者長山泰久）及びIATSS Review（国際交通安全学会誌）

に掲載した“自動車内キー閉じ込みエラーに関する研究”を基本とし、その後得られた知見を加えて当研究所報告としてまとめたものである。なお、まとめるにあたり、共著者である大阪大学長山泰久教授から快諾を頂いた。ここに感謝の意を表します。

（平成6年5月11日受理）

参 考 文 献

- 1) Swain, A.D. & Guttman, H.E.: Handbook of Human Reliability Analysis with Emphasis on Nuclear Power Plant Application. U.S. NRC-NUREG/CR-1278, April, (1980).
- 2) Reason, J.: Lapses of attention in everyday life. In R. Parasuraman & D.R. Davies (Eds); Varieties of Attention, Academic Press, (1984).
- 3) 橋本邦衛：安全人間工学，中央労働災害防止協会，(1984).
- 4) 米山信三・池田敏久・大嶽ヒサ：ヒューマンエラーの背景要因の分析，鉄道労働科学，39 (1985)，1～12.
- 5) Norman, D.A.: Categorization of action slips, Psychological Review, 88 (1981)，1～15.
- 6) Norman, D.A.: The psychology of everyday things, (1988). 野島（訳）「誰のためのデザイン」，新曜社，(1990).
- 7) Reason, J.: Generic error-modelling system (GEMS): A cognitive framework for locating common human error forms. In J. Rasmussen, K. Duncan & J. Leplat (Eds); New Technology and Human Error, Wiley, (1987).
- 8) Reason, J.: Human Error, Cambridge University Press, Cambridge, (1990).
- 9) 白井伸之介・長山泰久：ヒューマンエラーの心理学的研究，システムと制御，32-3 (1988)，143～151.
- 10) 長山泰久：原因分析を通しての事故予防；「事故予防の行動科学」（応用心理学講座2）福村出版 (1988).
- 11) 白井伸之介：自動車内キー閉じ込みエラーに関する研究，IATSS Review（国際交通安全学会誌），13-2 (1987)，43～52.
- 12) 垣本由紀子：ヒヤリハット体験とパイロットエラー，予防時報 152 (1988)，12～17.