

ヒューマンエラー発生のメカニズムとその防止対策

河野龍太郎

東京電力株式会社 技術開発研究所 ヒューマンファクターグループ

key words：ヒューマンエラー，医療事故，ヒューマンファクター，エラー対策，事故防止

要 旨

これまでのエラーに対する見方・考え方は，不注意や思い込みといったエラーを犯した人間に原因があり，エラーを誘発したと考えられる環境にはほとんど目を向けてこなかった。ヒューマンエラーは，人間が生まれながらに持つ諸特性と人間を取り巻く広義の環境により決定された行動のうち，ある許容された範囲から逸脱したものである。人間の持つ諸特性の多くは変えることが困難である。したがって，エラー対策はこれらの特性を前提として，個人への対策だけを考えるのではなく医療システム全体として考えなければならない。対策は，①危険を伴う作業遭遇数を減らす (minimum encounter)，②各作業においてエラー確率を低減する (minimum probability)，③多重のエラー検出策を設ける (multiple detection)，および④備える (minimum damage)，の4ステップ (4 STEP/M) に分解できる。これをさらに分解して，エラー対策の発想手順を作成した。

はじめに

近年，ヒューマンエラーの関係した医療事故が多数報道されている。このため従来以上にヒューマンエラー対策活動が活発化している。航空や原子力といった高度な安全を要求される産業システムにおいては，ヒューマンファクターに着目したシステム安全の研究が行われ，成果が現場に適用されている。医療システムに

おける効率的なエラー防止活動には，ヒューマンファクター工学^{注1)}から事故をどのように防止するかの知見が非常に参考になると考えられる。

本稿では，まず，ヒューマンエラー発生のメカニズムについて説明し，続いて，筆者の考えるヒューマンエラー対策の発想手順を紹介する。なお本稿は，ヒューマンファクター工学に基づく個人的見解を示したものである。

注1) 航空業界では，ヒューマンファクターズ (Human Factors) と表記し知識体系の意味として用い，ヒューマンファクター (human factor(s)) と書いて要因の意味として用いている。しかし日本語ではわかりにくい。そこで，本稿では要因としての使い方にはヒューマンファクター，知識体系としての使い方にはヒューマンファクター工学と記述する。筆者は「ヒューマンファクターとは，人間や機械等からなるシステムが，安全かつ効率よく目的を達成するために，考慮しなければならない人間側の要因のこと」と定義し，「ヒューマンファクター工学とは，人間に関する基礎科学から得られた知見を，人間や機械等で構成されるシステムに応用して，生産性，安全性および人間の健康と充実した生活を向上させるための応用的科学技術のこと」と定義している。

1 ヒューマンエラーは引き起こされる

1) ヒューマンエラー発生のメカニズム

ヒューマンエラー発生メカニズムを理解するためには，まず，人間の行動はどのように形成されるかを理解しなければならない。

心理学者のレビンは、人間の行動（B）は人間自身（P）とそれを取り巻く環境（E）により決定される（ $B=f(P, E)$ ）と説明した¹⁾。これを参考にすると、ヒューマンエラーは、人間の生まれながらに持つ諸特性と人間を取り巻く広義の環境により決定された行動の中で、ある許容された範囲から逸脱したものであると考えることができる。すなわち、エラーは人間が環境との相互作用の中で結果として現れた行動の一つである。それが評価基準から逸脱しているために、エラーとして分類されたものである。環境が人間の行動を決めている点に着目しなければならない。しかし、これまでのエラーに対する見方・考え方は、不注意や思い込みといったエラーを犯した人間に原因があり、エラーを誘発したと考えられる環境にはほとんど目を向けてこなかった。

実用的観点からは、ヒューマンエラーは原因とされるべきではなく、事故を構成する一つの事象であり、背後要因から誘引された「結果」である、と理解することが事故防止のために重要な考え方である²⁾。すなわち、「ヒューマンエラーは原因ではなく結果である」という視点がないと原因の追及と有効な対策の発想には限界があると考えられる。

このヒューマンエラーの発生モデルは、現場で実際に働く人、管理する人のどちらも持たなければならないエラーのモデルであり、このモデルが理解されない限りさらに踏み込んだヒューマンエラー対策は出てこない。ヒューマンエラーは発生するのではなく、引き起こされるのである。そして、この引き起こす原因を十分に解析して対策を立てることが第一とされなければならない。

2) エラーに関係する人間の認知的特性

エラーには人間の持つ特性が関係しているので、まず、エラーに関係する人間の認知的特性のいくつかを紹介する。

① 人は見たいように見、聞きたいように聞く

一般に、人はあいまいな情報があると、前後の刺激からそのあいまいな情報を勝手に解釈してしまう。たとえば、Bの前後に、数値が12, B, 14と並んでいると「13」と解釈され、A, 13, Cと並んでいると「B」と解釈される可能性がある。また、電話連絡などでも音が似ていると、期待したものに聴取（wishful

hearing）してしまう可能性が高い。物理的刺激は周りの空間的、時間的環境と人間の心理状態によっては別なものと認識される可能性がある、ということをも十分考慮してシステムを設計しなければならない。

② 正常化の偏見（normalcy bias）

人間はもともと保守的で異常を認めない傾向がある。徴候があっても大したことはない、楽観的に事態を解釈する人が多い。このため明確な証拠を見出すまで行動を起こさず、逃げ遅れることになる。

③ こじつけ解釈（story building strategy）

一般に、人間はいろいろな情報を集めて、情報相互の矛盾があると不安になる。そこで不安低減のためにそれらの情報を使ってうまく全体が説明できるような物語を作り安心する傾向がある。そして、人間は一度納得のできる解釈をしてしまうと、それ以上の原因追及をしなくなる傾向がある。たとえば、1999年1月11日の横浜市立大学医学部附属病院における患者取り違い事故³⁾では、手術室において患者が入れ違っていることを示す情報がいくつかあった。しかし、関係者たちは、それらの情報に自分たちの納得できる解釈を行い、患者を取り違えたまま手術を終了してしまった。

④ 記憶は頼りにならない

一度記憶されたものは永遠に記憶されるのではないことは経験的、実験的に知られている。忘却に関する研究では、記憶がいかに残らないものであるかを示している。しかし、一般に、管理者の中には、一度注意の通達を出しておけばずっと効果があるものという思いこみをしている人が多い。一般に記憶は保持されることが難しく、2日も経過すれば5分の1も残っていない。

⑤ 学習がエラーを誘発する

学習は人間の持つ重要な特性である。しかし、この特性のためにエラーが引き起こされることもある。たとえば、古い手順が新しいものに変更になったときなど、積極的に古い手順を忘却する必要があるが、一般に積極的な忘却は困難であり、あたかも記憶されているものに上書きするようなことしかできない。緊急時やぼんやりしているときにこの古い手順が思い出されて、間違って適用してしまうことがある。

⑥ 目の前の刺激に短絡的に反応する

緊急時には簡単なロジックさえ思い出すことはきわ

めて困難である。1994年4月26日の名古屋空港での墜落事故⁴⁾では、パイロットたちは、意図せずにセットされたゴーアラウンド・モードをランディング・モードに変更しようとパネルの「LAND」スイッチを何度も押したがモードを変更することはできなかった。実はそのような設計となっていた。しかし、緊急事態にあっては、簡単なロジックさえ思い出すことは困難である。

⑦ 思い込みで見るのが普通である

多くのヒューマンエラーは思い込みで起こっている、と言われるが、人間の認知の観点から言えば、人は思い込みでものを見る。少し強調して表現すると、人間は思い込みをしないとものを見たり聞いたりできない。その思い込みが環境に不適切であり、結果としての行動がある許容範囲を逸脱している場合にエラーと見なされるのである。

そのほか、人間が生まれながらに持っている生理的特性や身体的特性、あるいは心理的特性などがあり、それらの特性を理解することがエラー防止にとって基本である。

2 ヒューマンファクター工学によるエラー対策の考え方

1) 人間の持つ特性を前提にシステムを設計する

以上説明したように、人間は生まれながらの様々な特性を持っている。そして、この特性は教育や訓練によって変えることはできないか、あるいは変えることができるのはごくわずかである。そこで、ヒューマンファクター工学では、まず、これらの特性を無理に変えようとするのではなく、その特性を人間が持っていることを前提としてシステム設計を行うことを主張している。すなわち、人間の特性に合わせてシステムを設計するという人間中心のシステム設計を行い、ヒューマンエラーの発生を防止する。

この人間中心のシステム設計の思想によると、人間の特性に合致するように設計するので、エラーが少なくなるという本来の目的だけでなく、人間にとって使いやすくなるので、生産性が向上するという副次効果も期待できる。

2) エラー防止の発想手順

航空、原子力などの産業システムや工場、工事現場

などでは、エラー防止のために様々な工夫や対策が考えられてきた。たとえば、製造現場でのフルプルーフの研究⁵⁾、プロセス産業でのエラープルーフの研究⁶⁾などがある。一方、労働災害防止などでは、危険予知訓練や指差呼称⁷⁾などの人間側に働きかけるエラー防止対策が開発され、さかんに活用されている。筆者はこれらのエラー対策の考え方をまとめ、次の四つのステップで説明している⁸⁾。

① エラーの発生防止とエラーの拡大防止

システムの安全を考える場合はまず、「トラブルの未然防止 (prevention)」を考え、次に、トラブルを起こした場合には、それが事故とならないように「トラブルの拡大防止 (mitigation)」対策をとるという基本的考えで、いろいろな安全装置が設計の段階から組み込まれている。この安全の考え方は、ヒューマンエラーについても同じように考えることができる。すなわち、「ヒューマンエラーの発生防止」と「ヒューマンエラーの拡大防止」である。

ヒューマンエラーの数はごく大まかに考えると次の式で与えられる。

$$\text{ヒューマンエラーの数} =$$

$$\text{潜在的にエラーを誘発する作業との遭遇数} \times \text{各作業でエラーをする確率}$$

したがって、この考えから、ヒューマンエラーの数を減らすためには、(1) 作業の数を減らすこと、(2) 各作業でのエラー発生確率を低減すること、という二つの方策が引き出される。

次に、どんなにエラーの発生防止策を行っても完全な対策は非常に限られているので、ヒューマンエラーをゼロにするのは不可能か、あるいはきわめて困難である。したがって、エラーは避けられないものという前提で考え、たとえエラーをしても、それが最終的に事故やトラブルに結びつかないようにすればいい。そこで、まず、(3) エラーを発見して修正作業をやらせるといった対策が考えられる。しかし、これも完全ではないので発見できない場合が出てくる。そのときは、(4) 被害を最小とするために備える、という対策が考えられる。

② 戦略的エラー対策の4M

以上から、エラー対策は、(1) 危険を伴う作業遭遇数を減らす (minimum encounter)、(2) 各作業においてエラー確率を低減する (minimum probability)、

4 STEP/M	エラー対策発想手順	具体的エラー対策例
1. エラーや危険を伴う作業遭遇数を減らす (minimum encounter)	エラー対策発想手順 (1) やめる (なくす) (2) できないようにする (3) わかりやすくする (4) やりやすくする	<ul style="list-style-type: none"> ・ 調作業を止める (ダブルバックスの使用) ・ 危険な薬剤を病棟に置かない ・ 選取組み合わせをやる (ユニットドースシステム) ・ 工程の省略 (プレフィードシリンジ) ・ そろわないとできないというソフトウェアの仕組み
2. 各作業においてエラーをす確率を低減する (minimum probability)	(5) 知覚させる (6) 予測させる (7) 安全優先の判断をさせる (8) 能力を持たせる	<ul style="list-style-type: none"> ・ アイコン ・ 具体的な注意事項を必要な箇所に貼り付けておく ・ フォーダス (見ただけで分かるようにする) ・ 音色を変える (警報の音色を変える) ・ 運ぶための道具 (キャスターつきのワゴンやバスケットなど) ・ 楽な姿勢でできるようにする (取っ手をつける) ・ 両手を使えるようにする ・ 人的チェックリスト I'm safe の利用 (Illness (病気), Medication (服薬), Stress (ストレス), Alcohol (飲酒), Fatigue (疲労) および Emotion (感情) をチェックする) ・ ヒューマンエラーバーターの理解 ・ ヒューマンファクター工学の知識獲得 (人間行動の理解やヒューマンマシンインタフェースの知識) ・ 記憶の脆弱性を理解する (チェックリストを利用する, メモをとる, 変換表) ・ 管理職自ら安全の重要性を行動で示す ・ 定期的な教育 (シリンジポンプ, 輸液ポンプ, 人工呼吸器)
3. 多重のエラー検出策を設ける (multiple detection)	(9) 自分で気づかせる (10) エラーを検出する	<ul style="list-style-type: none"> ・ エラー防止の ABC (積極的観察 Active Observation の A, 基本手順 Basic Procedure の B, 多重の確認 Confirm after Confirmation の C) を暗記しておいて実行する ・ ダブルチェック ・ チェックリスト ・ 機械による検出する仕組みを組み込む ・ 管理によって多重の異なるチェック体制を組む
4. 備える (minimum damage)	(11) エラーに備える	<ul style="list-style-type: none"> ・ 社会的信用を失わないために、事故が起きたときにやるべきことを事前に組織としての対応を決めておく

図1 エラー対策 4 STEP/M とエラー対策発想手順および事例

(3) 多重のエラー検出策を設ける (multiple detection), および (4) 備える (minimum damage), の四つの段階に分解することができる。各段階がそれぞれ M で始まるので、「戦略的エラー対策の 4M」(4 STEP/M と記述) と呼んでいる。

ヒューマンエラー発生メカニズムから考えると、特に重要なのは「(2) 各作業においてエラー確率を低減する」である。これには、「(2a) エラーを誘発しない環境にする」と「(2b) エラーを誘発するような環境に置かれてもそれに負けないだけのエラー耐性を持つ」に分けられる。このように戦略的エラー対策の 4M を順番にブレークダウンし、さらに具体例を示したのが図 1 である⁹⁾。図 1 を参考にすると、比較的抜けのない対策をいくつか発想できるであろう。

おわりに

一般にこれまでのヒューマンエラー対策は、エラーを犯した人間に着目することが多く、エラーを誘発した要因にはあまり注目することがなかった。また、とられる対策は、エラーのほとんどがちょっとした注意をしていれば、そのエラーを回避できたと考えられるために、「気をつける」とか「注意せよ」といった精神論^{注2)}が多く取られてきた。しかし、エラーはエラーを誘発しやすい環境によって引き起こされたものと考えることが重要である。また、人間の心理に対する対策が最も困難であることを理解すべきである。したがって、思いつきの精神論ではなく、合理的なヒューマンエラー対策をとる必要がある。

この合理的ヒューマンエラー対策は、まず、エラーを誘発しにくい広義の環境の構築をめざさなければならない。エラーは人間のもともと持っている特性とエ

ラーを誘発しやすい環境の相互作用の中で引き起こされるものであるので、人間の特性を反映した環境が提供されなければならない。これはまさに人間中心のシステムの考え方であり、ヒューマンファクター工学の目的そのものにほかならない。そして、環境と人間がマッチしていれば、当然、そこで働く人間は働きやすくなり、エラーが防止できるだけでなく、パフォーマンスも向上するということになる。

注 2) JR 東日本安全研究所の池田はこのような取り組みを「竹やり精神型安全」と呼んでいる¹⁰⁾。

文 献

- 1) 新版 心理学事典; 平凡社, p. 242, 1981.
- 2) 河野龍太郎: 医療におけるヒューマンエラー; 医学書院, 2004.
- 3) 横浜市立大学医学部附属病院の医療事故に関する事故調査委員会報告書; 平成 11 年 3 月.
- 4) 運輸省航空事故調査委員会: 航空事故調査報告書 96-5 中華航空公司所属エアバス・インダストリー式 A 300 B 4-622 R 型 B 1816 名古屋空港; 平成 8 年 7 月 19 日.
- 5) 中條武志, 久米 均: 作業のフルプルーフ化に関する研究—フルプルーフ化の原理—, 品質, 14(2); 128, 1994.
- 6) 河野龍太郎: ヒューマンエラー低減技法の発想手順: エラープルーフの考え方, 日本プラントヒューマンファクター学会, 4(2); 121, 1999.
- 7) 芳賀 繁: 失敗のメカニズム; 日本出版サービス, 2000.
- 8) 河野龍太郎: ヒューマンエラー防止への戦略, Emergency Nursing, 16(10); 1, 2003.
- 9) 河野龍太郎: 誤薬を防ぐシステムづくり, EB Nursing, 4(2); 68, 2004.
- 10) 池田敏久: 鉄道線路の保守とヒューマンファクター, 第 9 回ヒューマン・マシンシステム研究夏季セミナー, 7 月 23, 24 日, 箱根, 原子力学会ヒューマン・マシンシステム研究部会, 1998.