

安全・危機管理に関する考察（その1）

— ヒューマンエラーの分析評価と対策 —

古 田 富 彦*

1. はじめに

製造業、建設業、運輸交通業、原子力等の産業分野において発生した事故・災害を分類するとその原因は、設備の不具合によるものとヒューマンエラーによるものに大別することができる。設備の不具合による事故・災害については、技術の進歩発達、設備・機器の信頼性向上、プラントの運転・保守管理の充実等により年々減少している。従って、安全性と信頼性をより一層高めていくためには、ヒューマンエラーに基づく事故・災害の防止対策が特に必要であると考えられ、現在までに多くの事故・災害の教訓からも同様の指摘がなされているところである。

本論文では、産業分野における事故・災害の中からヒューマンエラーに起因する事例を分析評価する手法と有効な再発防止対策について検討した。重要なことは「誰がエラーをしたのか」ではなく「何故エラーをしたのか」を追求し、再発防止、ひいては未然防止を図る考え方である。

2. 分析評価の概要

分析評価手法の検討にあたっては、事故・災害事例の収集、ヒューマンエラー分析シートの作成、およびヒューマンエラーの分析評価等の枠組みを明確に定め、この枠組みに基づいて検討した。

以下にその検討フローを示す。

- (i) 事故・災害事例の収集： ヒューマンエラー事例を収集する。
- (ii) ヒューマンエラー分析シートの作成： 発生した事故・災害の概要（時系列にそった事象の連鎖、5W1H**など）、作業分類、ヒューマンエラーの分類（エラーのモード）、発生メカニズム、原因および防止対策等からなる分析用のシートを作成する。
- (iii) ヒューマンエラーの分析評価： ヒューマンエラー分析シートを用いて分析評価し、その結果をデータベース化する。
- (iv) ヒューマンエラー防止対策の検討

*東洋大学国際地域学部；Faculty of Regional Development Studies, Toyo University

**5W1Hとは Who, When, Where, Why, How, Whatのことである。

3. 分析評価手法の検討

(1) ヒューマンエラーの定義

ヒューマンエラーとは、達成しようとした目標から、意図せずに逸脱することになった期待に反した人間の行動である¹⁾。

(2) ヒューマンエラーの選別基準および結果

ヒューマンエラーの選別に当たっては、下記の分類を行い、AおよびBに該当するものを対象として選定した。A、Bに該当するヒューマンエラーが関与した事例は、例えば、わが国の原子力発電所の場合、1981年度から2000年度までの事故・故障全体の4分の1程度といわれている。全体の事故・災害の発生が着実に減少している中で、ヒューマンエラーによる事故・災害については、概ね横這いの傾向を示している²⁾。

A：ヒューマンエラーが主因となっているもの

B：設備的な機能不良が主因となっているが、ヒューマンエラーの関与が明白なもの

C：設備の不具合が原因となっているもの

(3) ヒューマンエラー分析評価手法の検討

産業分野の中でも例えば、原子力発電所、航空機、宇宙ロケット等のような巨大技術システムにおいて生じるヒューマンエラーは、多種多様であり普遍的な性質を見出すことは非常に困難である。従って、一般的な性質を見出そうとするためには、ヒューマンエラーの実態に対応した分類を行う必要がある。

ヒューマンエラーの分類には、いろいろの提案があるが、人間の認知情報処理過程をモデル化し、この中にエラーを位置付ける方法が有力である。そのため、J. ラスムッセンが提唱している分類体系をベースにし³⁾⁴⁾、エラーモード、エラーのメカニズムおよびエラー発生の原因等で構成する手法を採用した。人間の認知情報処理過程を入力系、処理系および、出力系に大別し、ヒューマンエラーを対応させると図1のようになる。

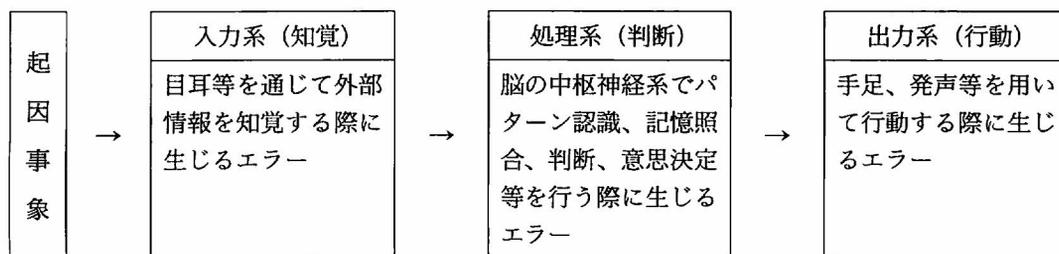
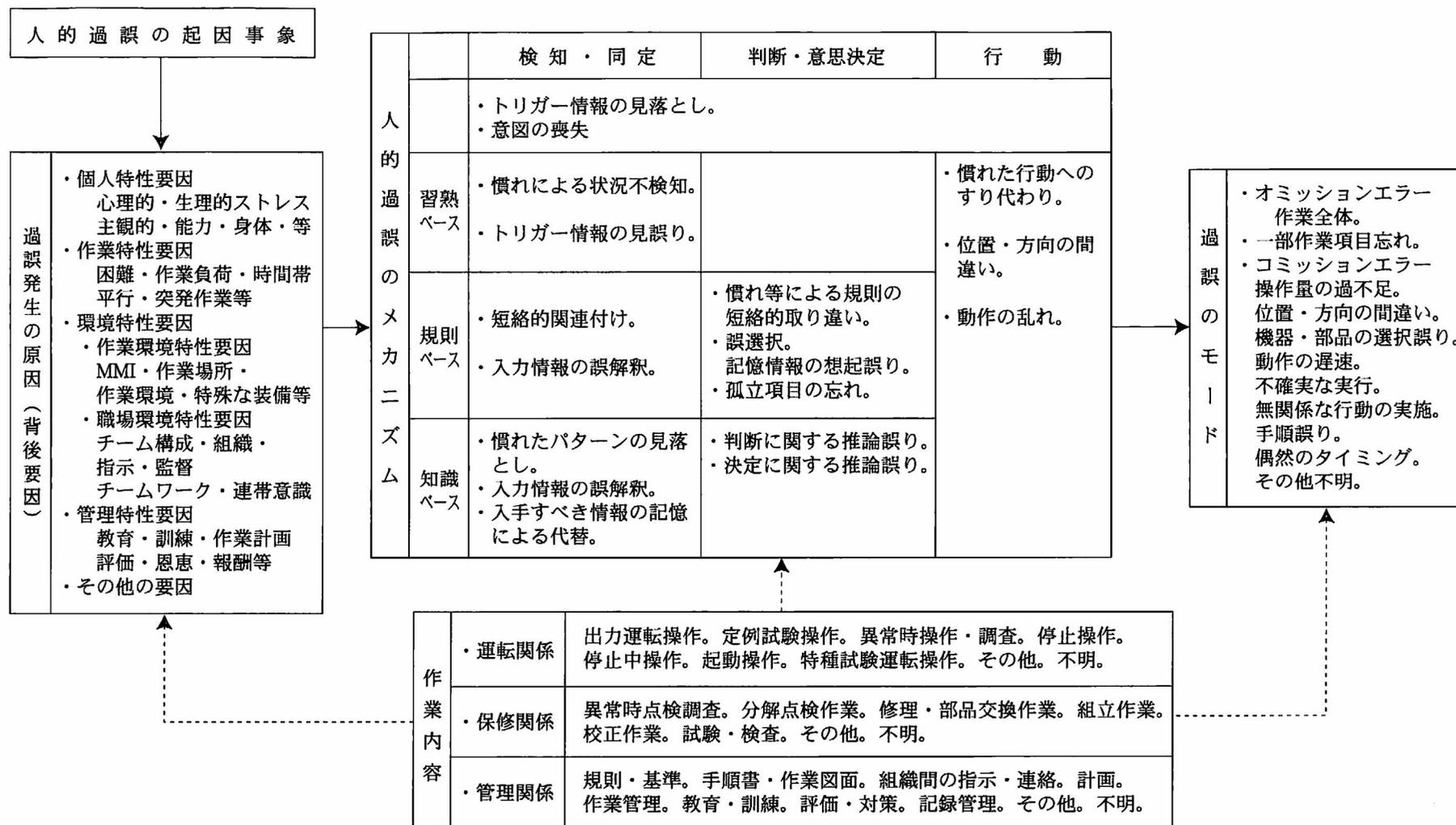


図1 認知情報処理過程

ヒューマンエラーを人間、設備、作業・環境そして管理・組織の諸要因（ヒューマンファクター）が招いたものとして捉えると、エラーモード、ヒューマンエラーのメカニズムに加えて、エラー発生の原因（背後要因）との係わりの記述が必要であり、これらの相互関係は図2⁵⁾の通りである。

ヒューマンエラーの発生は、起因事象→エラー発生の原因(背後要因)→ヒューマンエラーのメカ



注) 人的過誤はヒューマンエラー、過誤はエラーを表す。

図2 人的過誤事例の分析評価の体系図

ニズム→エラーモードの順に起こるが、ヒューマンエラー分析評価はこれと逆の手順で実施する。

(i) エラーモード

ヒューマンエラーを観察可能な行動または現象として捉えた形態別に分ける方法であり、オMISSIONエラーとコミッションエラーに大別される。例えば、一連の手順の中で、ある行為を省略したり、手順を誤ったり、タイミングがずれたりすること等が含まれる。

(ii) ヒューマンエラーのメカニズム

人間の認知情報処理過程と情報処理レベルによってヒューマンエラーの発生を捉えようとするもので、認知情報処理過程については前述したように大別して三つの処理過程と考え、ここでは情報処理過程の順番に「検知・同定」、「判断・意思決定」、「行動」と名付けている。

一方、情報処理レベルについては、人間の行動を包括的に説明しようとするJ.ラスムッセンの意思決定モデルをベースにして、「習熟ベース」、「規則ベース」、「知識ベース」の三つのレベルに分けた³⁴⁾。従って、ヒューマンエラーの発生メカニズムをこれら三つの情報処理過程と三つの情報処理レベルで形作る枠組み（マトリックス）の中に当てはめて分類した²⁾。

(iii) エラー発生の原因

エラー発生の原因は、背後要因が何等かの切っ掛けで顕在化したものを指し、ヒューマンエラーのメカニズムに影響を与える原因には直接的なものと間接的なものがある。

ここでは、直接的なものはヒューマンエラーの引き金となるいわゆる「起因事象」と呼び、間接的なものは、エラー発生の方に関係する「影響因子」と呼んでいるこれらは、ヒューマンエラーの発生原因を総合的かつ構造的に探るために極めて重要である。

エラー発生の原因については、これまでの知見や分析評価結果等から個人特性要因、作業特性要因、環境特性要因（作業環境特性要因、職場環境特性要因）および管理特性要因に大別し、それぞれの潜在的な根本原因としての起因事象と影響因子を分類できるようにした²⁾。

(4) ヒューマンエラー分析シートの作成

ヒューマンエラー分析シートは、これまで述べてきたヒューマンエラー分析評価手法に基づいて分析ができるように様式化したものである***。分析シートには事故状況（運転状況、事故・災害の概要、発生場所、事故の影響、作業目的、作業内容、作業時間等）、および、ヒューマンエラー（エラーの内容、エラーモード、ヒューマンエラーのメカニズム、エラー発生の原因、防止対策等）について記載する²⁾。

(5) 導出ガイドによる分析評価

ヒューマンエラーの分析者による分析評価結果のバラツキを無くし、均質性の高い分析評価を行うために、「ヒューマンエラーのメカニズム導出ガイド」および「ヒューマンエラー発生の原因を導出するためのガイド」を使用する²⁾。

*** 原子力発電所用であるため、業種により適当な様式にすること。

4. ヒューマンエラーの防止対策

ヒューマンエラーの分析評価結果からエラー防止対策を見出さなければならないが、先ずエラーをおかしても、それが事故・災害にまで結びつかないように設備の防護、フルプルーフ化などのハードによる本質安全化を検討し、可能ならば積極的に進めることである。

次にヒューマンエラーの防止を図ることである。ヒューマンエラーはいくつかの根本原因（背後要因）があり、それらが連鎖することにより発生するものである。従って、エラー防止対策としては、むしろ、根本原因と連鎖を絶つことが重要である。対策の評価・選択にあたっては、有効性、即効性、持続性、経済性、手間／準備時間、普及性などについて勘案する必要がある。対策として即効性には欠けるが、漢方薬的な持続性、体質改善を期待できる場合もあり、多くの場合、1つの対策でよしとせず、多重に絡めた対策をするとともに安全文化を育む必要がある⁶⁾。

以下は、実務レベルで実際に行われている一般的なヒューマンエラー対策である。

- (i) 本質安全化： フールプルーフ、フェールセーフ、施錠、安全柵、自動化
- (ii) 自己モニタリング： 自己の行動や感情、あるいは身体の状態等を、自らの力で適切にコントロール
- (iii) 啓蒙： 動機づけ、訓話、表彰、標語
- (iv) 教育・訓練： 安全教育、防災訓練、シミュレータ訓練
- (v) 規律・習慣づけ： 報告・連絡・相談（ほうれんそう）、安全規則、指差呼称、職場規定、評価・判断・指示（ひょうはんし）、法令
- (vi) 冗長化： ダブル操作、立会い、2人作業、クロスチェック
- (vii) 誘導的手法： エラー連鎖の断ち切り、識別性の向上、アフォーダンスの強化、計算機支援、チェックリストの作成・補強など
- (viii) 作業の容易化・確実化： より便利な機器の導入、作業方法の改善
- (ix) マニュアル類の改良・補完： 手順書、作業要領書などの改良・完備化
- (x) 意識の強化： 指差呼称、リーダーシップ、ツールボックス・ミーティング、注意の事前喚起、危険予知訓練、ヒヤリハット発掘、
(懲罰： 訓戒、減俸、左遷)

5. まとめ

ヒューマンエラーを分析評価する手法と再発防止対策について検討・考察した結果は、以下のとおりである。

- (1) ヒューマンエラーに起因する事故・災害事例に対してJ. ラスムッセンが提唱している人間の認知情報処理モデルをベースにし、エラーモード、エラーのメカニズムおよびエラー発生の原因等で構成する分析評価手法を体系化した。

- (2) ヒューマンエラーの分析評価結果からエラー防止対策としては根本原因（背後要因）とそれらの連鎖を絶つことが重要である。1つの対策でよしとせず、多重に絡めた対策をするとともに安全文化を育む必要がある。実務レベルで実際に行われている一般的な対策を示した。

謝辞

本稿をまとめるに当たり、縷々ご示唆を頂いた(株)原子力発電技術機構ヒューマンファクターセンター 長谷川利夫氏および亀田晃之氏に深く感謝致します。

参考文献

- 1) ヒューマンファクター分析ハンドブック、NASDA-HDBK-10、宇宙開発事業団、2ページ、(2000)
- 2) 平成9年度実用原子力発電所ヒューマンファクター関連技術開発に関する報告書、(株)原子力発電技術機構、IV-478~656ページ、(1998)
- 3) J. Rasmussen, "Human Errors. A Taxonomy for Describing Human Malfunction in Industrial Installations", *Journal of Occupational Accidents*, 4, (1982)
- 4) J. Rasmussen, K. Duncan and J. Leplat, "New Technology and Human Error", John Wiley & Sons, (1987)
- 5) S. Takashima, T. Furuta, "Analysis and Evaluation of Human Error Events in Nuclear Power Plants", *The 8th Pacific Basin Nuclear Conference Proceedings*, 3・L-1~4, (1992)
- 6) ヒューマンファクター分析ハンドブック 補足（暫定）版、CRR-01015、宇宙開発事業団、23、24ページ、(2001)

Safety and Crisis Management (1) Analysis, Evaluation and Prevention Measures of Human Errors

Tomihiko FURUTA

An outline of the methodology is given of the data collection of accident and disaster events which were caused by human errors having occurred in various industries, the preparation of analysis sheets for human error events, and the analysis, evaluation and prevention measures of human errors.

The analysis and evaluation methodology for human error events was formed by including human error mode, human error mechanism, root causes of human errors, etc. on the basis of the human cognitive information processing model proposed by J. Rasmussen.

For the purpose of preventing human errors, it is necessary to block root causes or to break off chains of root causes as a result of the analysis and evaluation of human errors. It is also necessary to adopt not only one measure but also multiple measures and to develop safety culture. General and practical prevention measures of human errors are illustrated.