

ヒューマンエラーに起因するトラブルの真因に関する分析的考察

日大生産工 鳥居塚 崇

1. まえがき

産業現場では、さまざまなヒューマンエラーがこれまでに発生している。これを防止するため、各産業分野（例えば原子力、航空、化学など）では、「事故事例集」などが作成されている。これらの事例集は、過去に発生した他職場の事故ケースを学ぶことで作業管理者や作業者の事故予見能力を高めさせ、さらに事故事例を自職場に当てはめさせることで、自職場での事故発生を予見し、作業者指導や各種改善に役立てさせることをねらいとしている。しかしながら、今まで作成されてきている各種事例集は、事故事例を場所別、作業別などに整理した程度で作成したものが多く、また、規則違反、認知エラーなどのエラー種類についても区分していないものも多い。そのため、例えば次の問題を生じる。

表1 事故事例集の問題点

- ・エラーについてさまざまなケースを学ぶことは出来るが、表面的な知識しか与えられない場合が多く、自職場に当該事故をどのように展開し、発生防止対策を取ればよいのか、具体的行動に結び付けにくい場合が多い。
- ・ある事故事例を見ても、その事故の発生した職場独自の事情による事故と捉えてしまい、自職場への水平展開が出来ない。
- ・事故発生職場と自職場の事情が一致しているということは、そう有るものではない。そこで、事故発生職場の事情を自職場に当てはめるよう、再解釈が必要であるが、管理者の再解釈能力が乏しいと、適切な自職場への当てはめが出来ない。

そこで、ヒューマンエラーによる事故防止を図るためには、事故事例および取られた対策をそのまま紹介するのではなく、他職場に水平展開できるレベルにエラー発生の本質を抽象化する必要があると考えた。

本研究は、図1に示すようなインシデント

発生のメカニズムに基づき、インシデントを誘発するヒューマンエラーの背後にはどのような要因が潜んでいるのか分析的に検討することを目的とした。

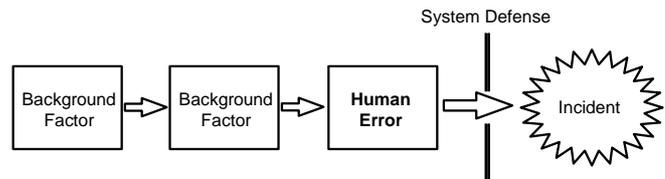


図1 インシデント発生のメカニズム

2. 産業分野におけるエラー事例の分類

本研究では、ヒューマンエラーに起因するインシデントに関わる新聞記事を収集し、分析・分類することとした。まず、過去2年間の、産業分野におけるヒューマンエラーに起因するインシデント事例181例を新聞記事から抽出した。さらに、以下の視点によって分類した。事例に関わる人の人数（個人か、チームか、組織か）、個人ベースの場合、意図性があるか（不安全行動=違反か）、個人ベースのエラーで意図性が無い場合、そのエラーの主要な要因は何か、個人ベースのエラーで意図性がある場合、その意図を誘引する主要な要因は何か。その結果、12のカテゴリーに分類することができた（表2）。なお、これらのカテゴリーはD. A. Norman¹⁾、J. Rasmussen²⁾、J. Reason³⁾、A. D. Swain⁴⁾らのものとは、もちろん異なる。

表2 新聞記事からのエラーの分類

いつものこと・し慣れたことに関わるエラー	記憶に関わるエラー
慣れに関わるエラー	知識不足に関わるエラー
技能不足に関わるエラー	やり忘れに関わるエラー
規則違反事例	慣れによる違反
組織エラー	チームエラー
	製品設計設備

An Analytic Examination of Basic Factors of Troubles Caused by Human Error

Takashi TORIIZUKA

3. 実験結果および検討

直接的な原因の背後に存在する要因について、自由な発想で検討した。なお、このような要因をヒューマンエラーの「背後要因」と呼ぶことにする。この「背後要因」はA. D. SwainによるPSF (Performance Shaping Factors) ⁴⁾ と類似した意味を持つ。

抽出された背後要因は類似するものどうしまとめられ、その結果、まず72項目が得られた。さらに、エラーと背後要因との関係に対応分析により導きだした。その結果を基に、K/J法⁵⁾を用い、類似の性質を持つ要因、強い関連性を持つ要因どうしに分類した。最終的に、19のカテゴリーを得ることができた。

表3 背後要因の分類

職場体質	慣れ	確認不足	安易・軽率
配慮不足	能力不足	注意不足	情報の不足
人間関係	環境	自信過剰	うっかり
設備関連	作業手順	非遵守	心理的バイアス
対象の類似性		自己満足行為	
作業中の心理状態		性格・精神状態	
その他の外部要因			

4. 背後要因の構造分析

4.1 方法

エラーの真因を探索するために、3項で得られた「その他」を除いた18のカテゴリーについて、それらの項目間の因果関係や優先関係の有無を検討するべくISM (Interpretive Structural Modeling) ⁶⁾ を用いた構造分析を試みた。ISMでは、項目間の関係は一対比較によって評価されるが、関係の方向性も踏まえ、すべての組合せ ($n \times n - n$ 回) の評価を行った。なお、今回の評価は「エラーあるいは背後要因が J_n に起因するなら、エラーあるいは

背後要因は J_n にも起因する」というステートメントの下に行った。ところで、ISMでは評価値 (項目間の関係) はバイナリデータで評価される。すなわち、ステートメントが真のとき1、偽のときは0を与えることとした。

以上の評価について、3名のヒューマンファクターの専門家が、エンジニアリング・ジャッジメントによって行った。その結果、表4に示す $n \times n$ の隣接行列 A (表4) が得られた。さらに、間接的な影響関係を類推するために、単位行列 I を A に加え、ブール代数の下で以下の計算を行った。

$$(A+I)^{r-1} \neq (A+I)^r = (A+I)^{r+1} = T \quad (1)$$

ここで得られる $n \times n$ の行列 T は可到達行列とよばれ、項目間の間接影響をも加味した関連を示すものである。この行列に基づけば、項目間の関係を多階層の有向グラフにて表現することができる。つまり、可到達行列 T から有向グラフを作成したのち、有向グラフにおける各々の項目から (へ) の矢印の方向を整理することによって項目間の関係を階層化することができ、最終的には多階層有向グラフを作成することができる。ISMの結果を図2に示す。多階層有向グラフにおいては、各々の矢は影響の方向を示すことから、たとえば図2では下層の項目は上層の項目に影響を及ぼしているということが読み取れる。

4.2 結果と考察

分析の結果、「対象の類似性」「設備関連」のようなインターフェースやユーザビリティに関係する項目が上層に位置し、「作業手順の非遵守」「注意不足」あるいは「確認不足」など、仕事への取り組み姿勢に関係する項目が中層部に位置した。また、「心理的バイア

表4 隣接行列 A

		J_n	J_1	J_2	J_3			J_{18}	J_{19}
			Habituation	Environment	Overconfidence			Lack of attention	Lack of ability
K_n									
K_1	Habituation			1 or 0	1 or 0			1 or 0	1 or 0
K_2	Environment		1 or 0		1 or 0			1 or 0	1 or 0
K_3	Overconfidence		1 or 0	1 or 0				1 or 0	1 or 0
K_{18}	Lack of attention		1 or 0	1 or 0	1 or 0				1 or 0
K_{19}	Lack of ability		1 or 0	1 or 0	1 or 0			1 or 0	

ス」のような個人の資質に関わる項目や「作業中の心理状態」などは下層に位置した。さらには、モラルに関わる項目や、組織に関わる項目は低層部に位置した。

多階層の有向グラフから改善の糸口を読み取る場合、一般的には、上層に位置する項目に着目した改善が即時的に有効であるが、半面、その効果は表面的であると考えられている⁷⁾。一方では、下層に位置する項目に着目した改善は本質的で重要であるが、即時性はあまりないと考えられている。したがって、インタフェースやユーザビリティに関連する項目が上層に位置することから、それらに着目した改善が、短期的にはエラー軽減に有効であると考ええる。しかし、これらの項目の背後には、仕事への取り組み姿勢や個人の資質に関わる項目が潜んでいる。長期的に捉えた場合は、個々の作業者の内面を考慮した対策が要求されよう。しかしながら、それらを扱うことは非常に難しい問題である。

さらに、図3の底部に位置する8つの項目について、それらの構造関係の検討を行った。これらの8項目については、項目間の可到達関係（つまり項目間の間接影響をも加味した

関係）があまりにも複雑だったため、隣接関係による構造化を試みた。図4に、隣接関係に基づいて作成した、8項目による多階層有向グラフを示す。図4では「慣れ」「自信過剰」あるいは「自己満足行為」といったモラルに関わる項目が上層に位置し、「環境」および「情報」が中層に、「職場体質」などのように組織や企業の資質に関わる項目が下層に位置している。

図3および図4を総合的に捉えると、個人の資質やモラルが、エラーの奥深いところに潜んでいることが判り、さらにそれよりも奥深いところに組織や企業の資質が潜んでいることが判った（図5）。

5. まとめ

以上のことから、今回の分析を通じ、ヒューマンエラーの背後要因として、浅い部分にはインタフェースやユーザビリティの問題が存在し、奥深い部分（本質的な部分）には組織や企業の体質に関わる問題が潜んでいることが判った。さらに、図3および図4に基づけば、モラル、情報、組織や企業の体質などが、恐らくはヒューマンエラーの（あるいはヒュー

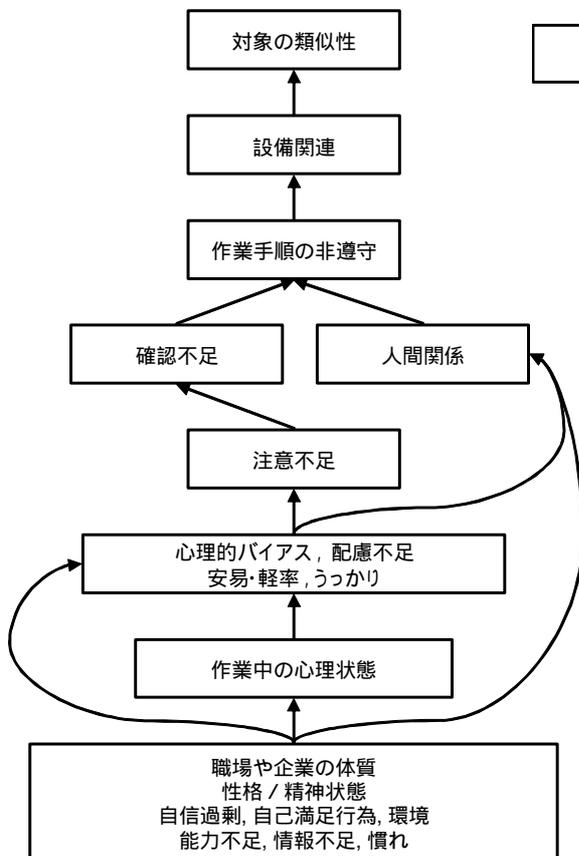


図3 ISMの結果

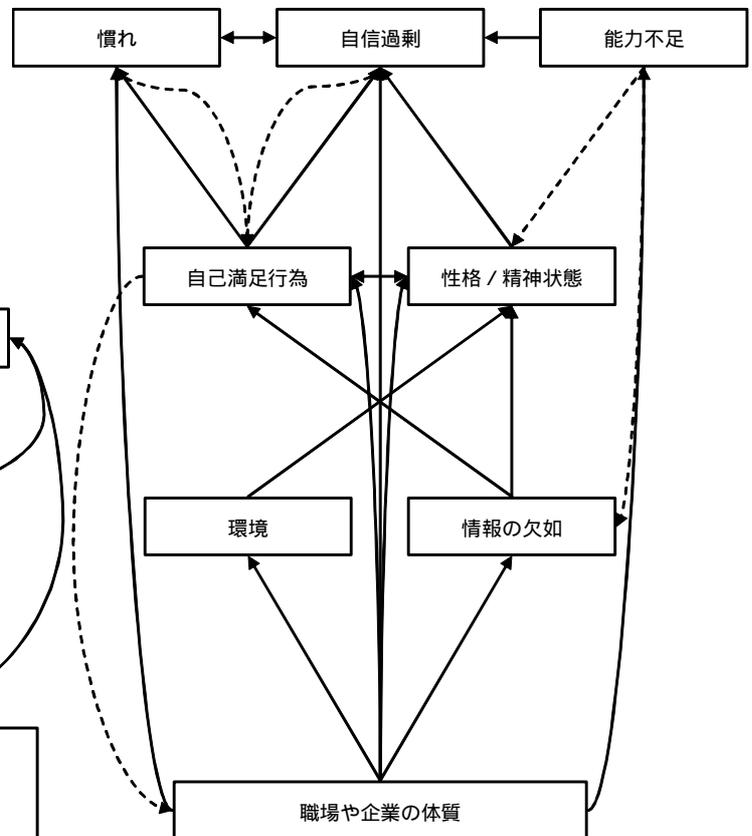


図4 図3の底部に位置する項目間でのISM結果

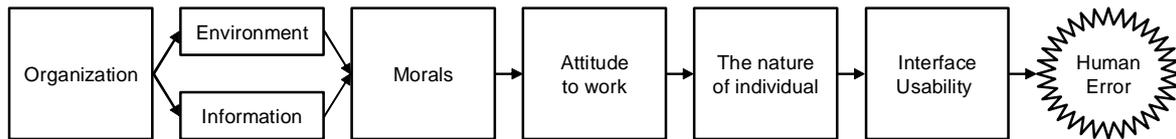


図5 ISM結果に基づいた真因からヒューマンエラーに至るプロセス

マンエラーに起因するトラブルの真因であり、またほとんどのエラーに共通する要因であると考えることができよう。したがって、これらの真因に着目した改善が望まれる。先述した理由からこれらに着目した改善は短期的には困難であると思われるが、長期的な視野をもって、確実な対策を講ずる必要がある。しかしながら、これらの対策を講ずることは甚だ困難な問題である。このためには、恐らく、組織や企業における文化や風土をジワジワと変えていかなければならないと考える。つまり、安全文化を広く浸透させることが課題である。

結論として、ヒューマンエラーの軽減対策という一般的なにはインタフェースやユーザビリティの改善が思いつくが、それらの改善同様、組織や企業の体質にも眼を向けた改善が必要である。つまり、エラーの直接的な背後に存在する要因に着目した対策と奥深くに潜む要因に着目した対策（換言すれば、即時的な対策と長期的な対策）との、双方向からのアプローチが要求される。具体的には、一方は即時的な対策としてインタフェースやユーザビリティの改善、もう一方は長期的かつ本質的な対策として安全文化を浸透させ、さらにそれらを広めることが、ヒューマンエラー（あるいはエラーに起因するトラブル）を軽減させるには重要となる。

[参考文献]

- 1) Norman, D.A. (1990). *The Design of Everyday Things*, Doubleday/Currency, New York.
- 2) Rasmussen, J. (1983). *Skills, rules, and knowledge: Signals, signs, and symbols, and other distinctions in human performance models*. *IEEE Transactions on Systems, Man, and Cybernetics*, SMC-13(3), 257-266.
- 3) Reason, J. (1990). *Human Error*. Cambridge University Press, Cambridge, England.
- 4) Swain A.D. and Guttman H.E. (1983). *Handbook of Human Reliability Analysis with Emphasis on Nuclear Power Plant Applications*. NUREG/CR-1278.
- 5) Kawakita J. (1991). *The Original KJ Method*. Kawakita Research Institute, Tokyo.
- 6) Warfield J.N. (1973). *Binary Matrices in Systems Modeling*, *IEEE Transactions on Systems, Man, and Cybernetics*, September, 441-449.
- 7) Toriizuka T. (2001). *Application of Performance Shaping Factor (PSF) for Work Improvement in Industrial Plant Maintenance Tasks*, *International Journal of Industrial Ergonomics*, 28(4), 225-236