

失敗知識データベースの活用

中尾 政之

失敗知識データベースを活用するには、そのデータに共通するシナリオを大まかにとらえることが重要である。シナリオは抽象化しすぎても、具体化しすぎても、失敗回避のための対策が見つからなくなる。本報では、データベースとして、JSTの「失敗知識データベース」と拙著の「失敗百選」を用いて、それぞれのシナリオを説明した。

キーワード：失敗知識，データベース，シナリオ，事故，抽象化

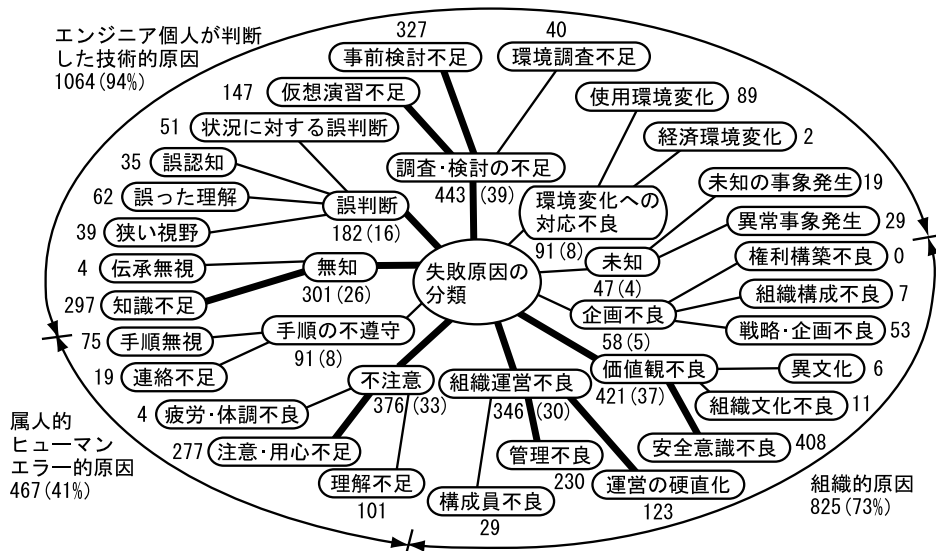
1. 失敗知識データベースを構築し、曼荼羅で失敗の特徴を抽出しよう

歴史を学ぶと、人間は賢くなる。少なくとも、同じ間違いを犯さないように、周りに注意を払うようになる。この歴史書のひとつが後述する「失敗知識データベース」であり、「失敗百選」である。

2001年から5年をかけて科学技術振興機構が「失敗知識データベース (<http://shippai.jst.go.jp/>)」を構築した。グーグルで“失敗知識”というキーワードで検索すると、最初に出力される。ここでは、機械、材料、化学、土木の4分野に絞って、現在までに、1,136件の事故を収集した。筆者は機械分野を担当し

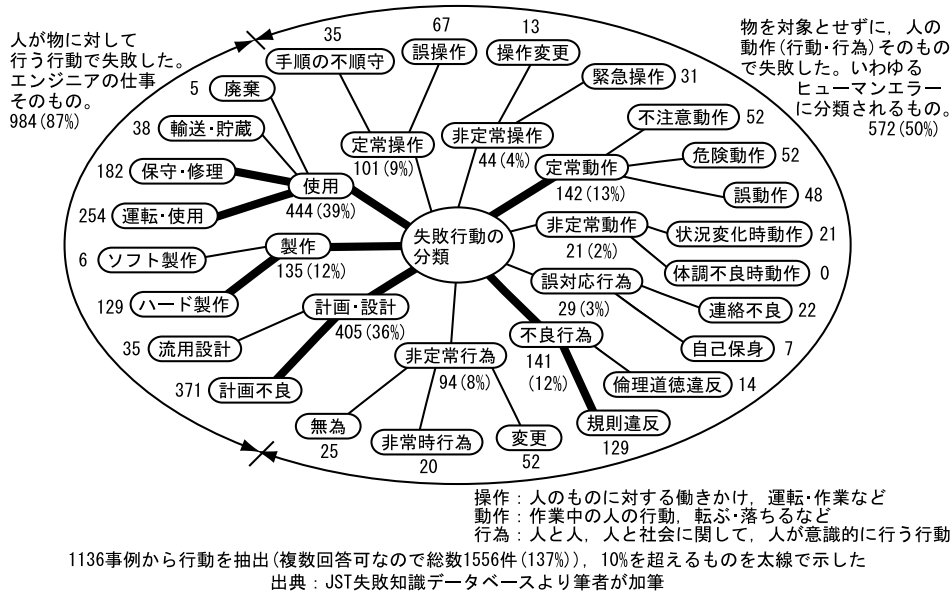
たが、実際にデータを作成したのは各業界のシニアエンジニアである。

このデータベースを利用した人にアンケートをとると、多くの人がたとえば、タイタニックの沈没事故を知りたいと最初から対象を絞っていることがわかった。しかし、エンジニアは「自分が設計した機械にはどのようなリスクが含まれているか」を本当は知りたい。つまり、具体的な要素を使って、たとえば、鉄・サビ・水分・ペンキというような言葉を使って、類似失敗事例を検索し、錆止めに関する“ピッタシカンカン”で有効な知識が欲しい。でも対象が広いのになった1,000件程度しかない本データベースでは、100%ピッタリというデータが検索できないのである。もっ



1136事例から原因を抽出(複数回答可なので総数2356(208%))、10%を超えるものを太線で示した
出典：JST失敗知識データベースより筆者が加筆

図-1 失敗知識データベースのシナリオ検索用の原因“曼荼羅”



図一 失敗知識データベースのシナリオ検索用の行動原因“曼荼羅”

と一般解を検索する手法が望まれる。

そこで、本データベースではデータ作成者に、各々の事例ごとにシナリオ（あらすじ、文脈）として、原因・行動・結果を書いてもらった。シナリオはいくつかの抽象的な言葉を連結して簡単に作れるが、次章ではデータ作成者がどの言葉を多く選択したかを調べてみよう。その言葉から失敗の特徴が見えるかもしれない。次章の図一1は失敗の原因に関する言葉として、また次々章の図一2は行動の言葉として、それぞれ何を選んだかをまとめたものである。

著者の上司だった畑村洋太郎教授（現・工学院大学）は、このように概念を丸で囲んだ“風船図”が大好きであり、図一1や2を特に「失敗曼荼羅」と呼んでいた。つまり、お釈迦様の精神世界を表すがごとく、曼荼羅で失敗の世界を一目で見渡そうと目論んだのである。

それぞれの図の中心の周りにぐるりと10個の風船が書かれている。これは失敗のシナリオの上位要素に当たるものである。図一1の「無知」や図一2の「定常操作」のような言葉は、畑村先生をはじめ、編集者があらかじめ用意したものである。その中から最も当てはまるものを、データ作成者に複数回答可で選んでもらった。

2. 失敗シナリオには、原因として何が多いか

図一1の原因に関して、上位概念10個の選択事例数を総計すると、2,356個になった。データ総数は1,136個だから、1つの事例に対して、2つの原因が選

ばれていたことがわかる。

上位概念の原因を大別すると3つのグループに分けられる。

- ①エンジニア個人の判断による技術的原因：図の上部に示す、無知、誤判断、調査・検討の不足、環境変化への対応不良、未知の5つ。
- ②エンジニアが所属する企業や役所の組織的原因：図の右下に示す、企画不良、価値観不良、組織運営不良の3つ。
- ③属人的なヒューマンエラー：図の左下に示す、不注意、手順の不遵守の2つ。

失敗知識データベースの事例として、データ作成者は工学的な事故・事件を意図的に集めた。このため、データ作成者は、まず事例ごとに「エンジニア個人の責任としてひとつ選ぼう」と、①の範疇からひとつ選んだのである。その結果、①を選んだのが全事例の94%になった。

①の中で注目すべき数字は「未知」の4%である。このことは、残りの96%は新しい失敗でなく、世界のどこかで過去に起きた“古びた失敗”だということを意味している。工学では、もはや新しい事象は滅多に起きない。この未知の4%の事例も、強風や津波、火山爆発のような予想外の自然現象だったが、1000年という長期間を考えれば未知でも何でもなく、人類が体験してきたことである。

このようにエンジニア当人は事故を引き起こしてから、「想定外の原因かと思いきや、実は知っていた人もいたんだ」と嘆息した。だからデータ作成者は原因として、まず①の「無知」「誤判断」「調査・検討の不

足」を主因として選んだ。「無知」は初心者の失敗であり、「誤判断」は主任のような熟練設計者の失敗である。賢明なエンジニアならば、歴史を「調査・検討」して事故は回避できたのである。

しかし、実際は回避できなかった。もしかしたら、エンジニア個人はリスクに気付いていたのに、彼の仲間や上司がその安全対策を阻んだのかもしれない。データ作成者は、そう感じたときに、②の「価値観不良」「組織運営不良」も原因に選んだ。「価値観不良」は事故前に仲間の安全意識が希薄だと感じられた事例であり、「運営組織不良」は事故前に上司が安全対策よりもコストダウンを示唆したような事例である。73%の事例がこの②に当たった。

一方で、もしかしたら、エンジニアがリスクに気付いていたのに、オペレータが故意に安全装置を解除したのかもしれない。安全ベルトを装着せずに自動車を運転したというように。そうなると、③の「不注意」も選ぶことになる。41%の事例がこれに当たる。大雑把に言えば、①から1つ、②、③から1つ、計2つの原因を事例ごとに選んだのである。

「世の中の事故・事件は、過去の事例の再発である」は真実であった。歴史を勉強すれば、将来の損失を最小限に留められる。図—1によって、この真実を物語る事例が多いことはわかった。しかし、それを回避する対策がわからないのが図—1の問題である。たとえば、原因に「無知」が多いとわかって、人間は突然、賢くならない。長期的な対策として「教育」「訓練」「研修」があげられようが、誰にでも効くような具体的な特効薬ではない。あまりに事例を抽象化しすぎると、具体的な対策が思い浮かばないのである。

3. 失敗シナリオには、行動として何が多いか

次は図—2に注目しよう。

世間では、行動は原因のように報道される。たとえば、この自動車事故は「一時停止違反」が原因である、と報道される。しかし、「一時停止違反」は「行動」である。図—2の左上の「定常操作」の「手順の不順守」に当たる。停止しなかった原因は、「なぜなぜ分析」を繰り返すと、そのうちわかるようになる。たとえば「なぜ停止しなかったのか」「停止線に気付かなかったから」「なぜ気付かなかったのか」「ポーとしていたから」「なぜポーとしていたのか」「風邪で発熱していたから」と繰り返す。その結果、図—1の左下の「不注意」のうち、「疲労・体調不良」が「原因」とわかる。

しかし、「不注意」を知るのは本人だけである。隠そうと思ったら、なかなか真実は顕在化しない。ヒューマンエラーや労働災害のような、人間の作業時の間違いは、本人が口を閉ざすので原因分析は至難の技である。そこで行動分析しようと、編集者はデータ作成者に行動も問うたのである。

図—2の左部を見ると、エンジニアの仕事そのもの、計画・設計、製作、使用が全数の87%を占めることがわかる。特に、企画・設計のように、1年というくらい長時間をかけて行動しても失敗が生じた、という事例が36%にも達している。本データベースは、エンジニアの創造作業のミスに注目したのだから、当然の結果であろう。エンジニアの仕事は“早押しゲーム”とは異なる。考える時間は山ほどある。

図—2の右部に示す、全数の50%はいわゆるヒューマンエラーに当たる。一般に、自動車運転や建築現場の労働災害のようなヒューマンエラーでは、いつも繰り返している定常の操作・動作・行為よりも、非定常のそれらで事故が起きると言われている。ところが、図2の結果は異なっている。つまり、「定常操作(9%)」が「非定常操作(4%)」よりも多く、また「定常動作(13%)」が「非定常動作(2%)」よりも多く、さらに定常時の「不良行為(12%) + 誤対応行為(3%)」が「非定常行為(8%)」よりも多かった。実際の事例を読み直すと、本データベースには単純なヒューマンエラーで起きた事故よりも、「いつもどおりに運転していたのに突然、疲労や腐食で機械が壊れてオペレータが慌てた」という事故が多く採録されていることがわかる。これもエンジニアの責任と思われる重大事故を、データ作成者が意図的に集めた結果である。

上述のように、図—2からも採録した事故の特徴がわかる。しかし、図—1と同様に、具体的な失敗回避の対策が思い浮かばない。たとえば、「不良行為」に対して「コンプライアンス(法令遵守)」を、また「定常操作」に対して「マニュアル遵守」を、それぞれ徹底させればよいだろう。しかし、いずれも遵守するか否かはその人間次第で、確実に失敗は回避できない。

たとえば、2006年のJR西日本の尼崎の脱線事故は、行動では、運転者が「定常操作」で「誤操作」したことに分類される。しかし、対策として「最高速度の警告表示を遵守せよ」を厳命してもそれでは再発は防げない。それよりは「最高速度を超過したら自動的に急減速させる」ような安全装置が確実である。技術的には難しくなく、並行する阪急・阪神の民鉄では速度照

査型自動列車停止装置として開発済みである。しかし普通の人は、「誤操作」で検索した類似事例を見ても、そんなに具体的な安全装置にまで思いが及ばないのである。

原因・行動のほかにも、結果・対策でも曼荼羅が描ける。しかし、このような抽象的な分類では、「人間は似た失敗を繰り返す」というような抽象的な真実しか導けない。そこで、もう少し具体的なシナリオを抽出したのが、次の「失敗百選」である。

4. エンジニアのリスクは、失敗百選のシナリオに包含されるか

筆者は「失敗百選（森北出版、2006年）」を執筆し、そこで200個近い事事故例から41個のシナリオを抽出した。2007年に、それが本当にエンジニアの感じているリスクと同じであるか否かを調べてみた。

図—3では、1. 脆性破壊から41. テロまでに、失敗百選の41個のシナリオを列記した。失敗百選の事事故例も、エンジニアが勉強すべきものとして筆者が恣意的に採録したので、シナリオも41個中、35個までが技術的である。つまり、一時停止違反のようなヒューマンエラーや、部下が鬱病になったというような管理トラブルは、意図的に集めなかったのである。

図—3の太字の数字は、90人の機械エンジニアが

62 技術的、特に力学的な失敗	
1) 1 脆性破壊	8) 0 座屈
2) 12 疲労破壊	9) 1 共振
3) 11 腐食	10) 1 流体振動
4) 2 応力腐食割れ	11) 4 キャビテーション
5) 9 高分子材料	12) 1 衝撃
6) 11 バランス不良	13) 5 強風
7) 2 基礎不良	14) 2 異常摩擦
55 技術的だが、副次的な失敗	
15) 6 特殊使用	22) 2 天災避難
16) 6 落下物・付着物	23) 0 脆弱構造
17) 9 逆流	24) 6 フィードバック系暴走
18) 10 塵埃・動物	25) 5 化学反応暴走
19) 1 誤差蓄積	26) 1 細菌繁殖
20) 1 油脂引火	27) 2 産業連関
21) 1 火災避難	28) 2 フェイルセーフ不良
	29) 3 待機系不良
28 技術的だが、使用中に生じた失敗	
30) 5 入力ミス	33) 3 自動制御ミス
31) 8 配線作業ミス	34) 4 流用設計
32) 5 配管作業ミス	35) 3 だまし運転
18 非技術的で、組織的・社会的な失敗	
36) 11 コミュニケーション不足	39) 0 企画変更の不作為
37) 7 安全装置解除	40) 0 倫理問題
38) 0 違法行為	41) 0 テロ
40 重大ではなく、失敗百選のシナリオに含まれない失敗	
i) 14 ヒューマンエラー	iii) 9 単純な設計ミス
ii) 12 管理トラブル	iv) 5 企画の失敗

図—3 失敗百選の41のシナリオの一覧表
(太字は203個のリスクの内、そのシナリオに分類された数)

感じていた203件のリスクのうち、いくつがそのシナリオに属するのか、を自然言語処理で調べた結果である。その結果、203件のうち、80%の163件は41個のシナリオのうち、どれかに分類された。つまり80%の確率で、エンジニアのリスクは失敗百選のシナリオのどれかに包含される。ということは、リスクと似ている事例を容易に抽出でき、その事例の対策を勉強すればリスクは軽減できる。

また分類は偏在していることもわかる。たとえば、2. 疲労破壊 (12件), 3. 腐食 (11件), 6. バランス不良 (11件), 18. 塵埃・動物 (10件), 36. コミュニケーション不良 (11件) が特に多い。いずれも、行動では「保守・修理」の不良として分類されるべきものである。すなわち、「新商品を使ったらたちまち主要機能が喪失した」というシナリオではなく、「使っているうちにどういふわけか劣化して壊れた」というシナリオである。新商品で大事故が起きたら、ビジネスは存亡の危機に陥るので、担当設計者はよく考える。人間はよく考えているところでは失敗しない。

筆者が驚いたのは塵埃・動物によるリスクの多さである。つまり、電気回路上の埃が燃えるとか、鼠が電線をかじるとかの、主要機能とは全く関係ないトラブルがリスクになっている。設計時には、売ってから数年後に起きる事故についてまで、考える余裕がなかったのであろう。

また、コミュニケーション不足の多さは、製造現場で激増した非正社員との意思疎通の不足が影響している。正社員同士でワイワイやっているときは以心伝心で通じたことが、請負や派遣社員とうまくいかないのである。大体、同じ仕事をしているのに給料に差があれば、面従腹背も起きるのも当然である。

このように図—3は、図—1や図—2より具体的なシナリオを示しており、検索された事例から対策を案出しやすい。たとえば、疲労は引張残留応力を減少させればよく、腐食は静電焼付で強固な塗装膜を付与すればよいというように。

シナリオは抽象化しすぎても具体化しすぎても、データベースから有効な情報が得られず、好ましくない。程好いレベルに抽象化を設定することが、データベースを利用するときのコツである。 JICMA

【筆者紹介】
中尾 政之 (なかお まさゆき)
東京大学
大学院工学系研究科
教授

