

大事故はケースバイケースで起きる —はずがない—

東京大学大学院工学系研究科 教授
中尾 政之



Profile

略歴

- 1981年 3月 東京大学工学部産業機械工学科卒業
- 1983年 3月 東京大学大学院工学系研究科
産業機械工学専攻修士課程修了
- 1983年 4月 日立金属株式会社入社、
同社磁性材料研究所勤務、
磁気ディスクの開発に従事
- 1987年 1月 同社設備開発研究所に転勤、
磁気ヘッド生産設備の設計に従事
- 1989年 2月 HMT Technology Corp.に出向、
磁気ディスクの生産に従事
- 1992年 3月 同社退社
- 1992年 4月 東京大学大学院工学系研究科
産業機械工学専攻助教授
- 2001年 3月 東京大学工学部附属総合試験所教授
- 2002年 1月 東京大学大学院工学系研究科総合研究機構教授
- 2006年 4月 東京大学大学院工学系研究科
産業機械工学専攻教授、現在に至る

学位

- 1991年12月 東京大学より博士（工学）を授与
論文題目：「ハードディスク用磁気ヘッドの滑走時の挙動に関する研究」

研究・専門テーマ

- ナノ・マイクロ加工 ○加工の知能化
- 科学器械の微細化 ○失敗学 ○創造設計学

主な著書

- 設計のナレッジマネジメント、日刊工業新聞社、1999
- 機械創造学、丸善株式会社、2001
- 生産の技術、株式会社養賢堂、2002
- 創造設計学、丸善株式会社、2003
- 公理的設計、森北出版、2004
- 失敗百選、森北出版、2005
- 失敗は予測できる、光文社、2007

7年前の2000年に、筆者は文科省の社会技術プロジェクトに「失敗学」を提案した。筆者は、「人のふり見て我ふり直せ」を実行すべく、事故情報を蓄積して共通要素を抽出したい、と説明した。ところが、中央で腕を組んでいた大先生に「大事故はケースバイケースで起きます」とバッサリ切られた。過去の100個の事故を勉強しても、次の101個目の事故は全く別物だというのである。失敗の普遍性という仮説が崩れて、発表はシドロモドロになった。

2005年に、その仮説を確かめようと、「失敗百選（森北出版）」を執筆した。古今東西の大事故を調べて、そこから普遍・一般・反復・共通的なシナリオを41個抽出した。たとえば、機械の事故では、1/3が疲労・腐食・摩耗で起きる。このビッグ3のシナリオは、新品では起きないから、メンテナンス不良がきっかけになって顕在化する。この互いに独立で最小数の41個のシナリオ群を学べば、リスクが大事故として発現する前に失敗を予測・回避できる。この仮説に賛同する人が多いから、2万部近くも売れたのであろう。

でもそれでは仮説証明にならない。そこで2006年に、企業のエンジニアを90名集めて、業務上で起こしたヒヤリハット事故や痛感している身の回りのリスクを203件書いてもらった。そして1件ごとに、最も似ているシナリオを、自然言語処理を用いて「失敗百選」の中から検索してみた。その結果、203件のうち2/3の事例に対して類似シナリオが検索できた。世の中は似たような事故を繰り返す。これは2/3の確率で正しい。このとき検索できなかった残りの1/3も、実は検索できる。後で調べると、それらの半分の1/6がヒューマンエラー、もう半分の1/6が新商品開発の失敗だった。それらはエンジニアの責の失敗とも思えず、筆者が「失敗百選」の中に含めなかったから検索できなかったのである。だから、労働災害やビジネストラブルのデータベースを使えば検索できる。未知の失敗というのは滅多に起きない。失敗は普遍的である。

この失敗普遍説は東京大学でも成立するか。筆者は工学部の安全管理室長なので、想定外の事故が頻発すると困る。ボーナスが減るから。たとえば、今年も台風が来た。工学部では台風前に職員が建物周囲のゴミを掃除する。なぜならば、2年前に、集中豪雨が周囲のゴミを流してドライエリアの排水溝を埋め、地下の実験室を浸水させ、

薬品を溶出させコンセントを漏電させたからである。ところが1年前は、喫煙者が非常階段に通じるドアにロック防止の木片を挟んでいたのも、風雨が吹き込んで雨漏りし、煙探知機が誤動作して防火扉がパターンと閉まった。そして今年は、水平に30度くらいスイングする窓が窓枠ごと6階から落下した。築10年のビルなのにスイング機構のリンクが腐食して閉まらず、隙間に差し込んだ突風がヒンジを破壊するまで窓をこじ開けたのである。怪我人が出なかったのは天佑だったが、全部のドアや窓をロックすべきだった。

さて来年の台風では何が起きるか。先週の安全パトロールで、屋上に建てた建物のコンクリートの土留めにクラックが入っていたのを見つけた。土砂崩れまで自分の仕事なのか。やっぱりケースバイケースかも知れぬ……。だがよく考えてみれば、浸水・落下・土砂崩れは、いずれも台風から連想できるシナリオである。自分の仕事を増やすのが面倒だから、無意識に思考停止していただだけである。

筆者は3週間前に、N自動車会社の品質保証部門を訪問した。今年の春から、リコールに至った不具合事例を実物とともに展示してある。ずらっと並んだ数十例の大半は、現場やサプライヤがコストダウンのために実行した善意のカイゼンがきっかけだった。

たとえば、海外工場の現場が、ピストンリングを開きながらピストンに挿入する専用工具を使い始めた。止め輪やオイルシールも同じように開いて挿入する専用工具を使うが、機械産業では当然のカイゼンである。ところが、作業者がリングを開き過ぎ、馬蹄形に塑性変形させたい。シリンダ上のオイルは、運転中にリングで掻き落とされずにガソリンと一緒に燃えた。そのうちにエンジンはオイル切れとなりオーバーヒートを警告したが、たまたま、レンタカーを運転していた人が無謀にも走り続け、そのうちにエンジンルームが燃えたのである。事故分析の結果、リングは再び手組みに戻ったが、経営者は専用工具を使った車のリコールを決断した。世界市場で生き残るために、不断のコストダウンは永遠に必要である。ところが、コストダウンがクレームアップを引き起こす。一見、リコールはケースバイケースに見えるけれど、多くの場合、設計の要求機能群が互いに影響しあう「干渉設計」というシナリオを持つ。

ピストンリングの上位の要求機能のひとつは、シリン

ダ上のオイルを適度に掻き落とすことである。このためには、リング外周はシリンダと同様に真円度は $10\mu\text{m}$ 以下でなければならない。ピストンはエンジン燃焼中に複雑に $100\mu\text{m}$ 程度は熱変形するから、別部品としてリングを嵌めた先人は賢い。また、リングをC型にして、熱応力を発生させないように、シリンダに倣って熱膨張させるのも賢い。つまり、下位の第一の要求機能は燃焼中も真円度を保持することである。一方で副次的であるが、第二の要求機能は簡単にリングを脱着することである。先人はこれに満足する設計解として、リングを開いて挿入し溝内で閉じて固定することを選んだ。上記のリコールでは、第二の要求機能を満足させるためにさらに専用工具を使ったが、リングを馬蹄形に塑性変形させてしまい、第一の要求機能の真円度に干渉したのである。現場は作業効率だけに注目して、真円度まで気が回らなかったのだろう。第二の要求機能を満足させる別解として、油圧シリンダでは串刺しした団子のように、オイルシールやウェアリングをピストンに通してねじで軸方向に固定するが、これは真円度と干渉しない設計解である。

日本人は干渉設計を「摺り合わせ」と呼び、どういうわけか高く評価する。先週、学生と新幹線の検査工場を見学したが、台車の溶接パイプ内に空気ばね用の圧縮空気を溜めるのに彼らは感心した。台車が「一人二役」で圧縮空気のタンクを兼ねている。しかし、それには高信頼の溶接技術が不可欠であろう。開発途上国が干渉設計に気付かずにこの台車をデッドコピーしたら、振動で疲労亀裂が発生し、空気漏れでパンク状態になって猛烈な振動が発生というシナリオが発現するかもしれない。干渉設計するにしても、干渉内容や制約条件は正確に後輩に伝えるべきである。

大事故はケースバイケースで起きるはずがない。リスクに気付いたら、事故事例集を調べてみよう。類似例が必ず見つかるはずである。見つかったら、大事故が起きる前に回避対策を実行しよう。筆者が思うに、日本では干渉設計というシナリオが最も手強い相手である。しかし、それでも事前対策しないのは、自分に関係ないと思わすて逃げるからである。筆者はいつも第六感でリスクに気付くが、エンジニアの神様が教えてくれるような気もする。ここはまあ、神様に感謝して、日々、安全に励もう。