



# 失敗の予防学

～なぜ人は似たような間違いを繰り返すのか～

東京大学大学院工学系研究科教授 **中尾 政之氏**

4月21日(火)、七十七銀行本店4階大会議室において、東京大学大学院工学系研究科教授 中尾政之氏をお招きして、「失敗の予防学 ～なぜ人は似たような間違いを繰り返すのか～」と題してご講演いただきました。今回はその講演内容をダイジェストとしてご紹介いたします。



なぜ人は、似たような間違いを繰り返すのか。全く同じではなく似ているのだが、その類似性が分からない。ここが失敗の起こる原因です。私は、学生には人の振り見て我が振り直せと言っています。自分で失敗して、2度と同じ失敗を犯さないぞと決心すれば、同じ間違いをすることは少なくなります。

## 精神論で終わらせない失敗の経験

失敗の類型というものを考えてみましょう。大学では階段から落ちる人が多い。なぜだろうと考えてみると、校舎で革靴をサンダルに履き替える人が多いからです。東大は昔は役所でした。役所の人にはサンダル好きが多い。去年は休業災害が9件ありました。そこで、工学部はサンダル履きを禁止しました。ところがそれでも落ちる人がいる。それで、みんな手すりを持って、上り下りしましょうということにしました。つまり、足元に気をつけましょうと言うよりは、サンダルをやめて、手すりを持つようにしましょうと言った方が、分かりやすいのです。具体的に言うことが大切なのです。

あちら立てれば、こちら立たずという状況は、エンジニアの分野では干渉設計というものがこれに当たるでしょう。日本人は干渉設計という「すり合わせ」が大好きで得意です。もう1つ輩の髓から天井覗く、というような状況の失敗があります。あまりにも複雑になり過ぎてしまって全体像が分からなくなり、失敗が起きるのです。大規模インフラのコンピューターなどに起きています。たとえば、自動車の組み込みのソフトは、全工程が100あったとすると、50工程は検査のためのものです。人間が検査しても分かるようなものでないのに、コンピュータ

### 中尾 政之氏 プロフィール

#### 〔経歴〕

- 1981年 東京大学工学部産業機械工学科卒業
- 1983年 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  
日立金属株式会社入社  
同社磁性材料研究所に勤務、磁気ディスクの開発に従事
- 1987年 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 HMT Technology Corp.に出向、磁気ディスクの生産に従事
- 1992年 同社退社  
東京大学大学院工学系研究科産業機械工学専攻助教
- 2001年 東京大学工学部附属総合試験所教授
- 2002年 東京大学大学院工学系研究科総合研究機構教授
- 2006年 東京大学大学院工学系研究科産業機械工学専攻教授

#### 〔専門等〕

ナノ・マイクロ加工、加工の知能化、科学器械の微細化などの研究を行っている。同時に、実物を作り動かす実験を通して技術の本質をつかむよう学生を指導。また、失敗学の先駆者であり、経営者・ビジネスマンの失敗・成功事例を「科学の目」で徹底的に解剖し、その予防法則を伝授する。日本テレビ「世界一受けたい授業」にも出演。

#### 〔主な著書〕

「創造設計の技法」(日科技連)、「失敗の予防」(三笠書房)、「失敗は予測できる」(光文社)、「失敗百選—41の原因から未来の失敗を予測する」(森北出版)、「公理的設計」(森北出版)他多数

ーがコンピューターを検査しています。こうなってくると、何がなにやら分からなくなり、失敗するのが必然ではないかとさえ考えてしまいます。

そこで、失敗学の登場ということになりますが、狭義の失敗学は、ナレッジマネジメントとして、人の役にたたなければなりません。過去の失敗知識をデータベースとして構築することが非常に大事になります。でもこれを作るのは割りと簡単です。ただ、紙ベースでつくろうとすると失敗します。その一つの例に生協があります。生協は連邦政府みたいな組織形態をしています。全国の500ほどの店舗から様々な事例が本部に集まってきます。

中国製の餃子事件が起きる2カ月ほど前に同じ製造日の餃子から異臭がするとか、変な味がするとか3件報告されていました。しかし、紙ベースでやっていて、月3000件の報告が来る。それを3人の人がチェックしています。人がしていることですから、チェックが難しく、どうしても分からなくなってしまいます。結局、見過ごされてしまい、救急車が出勤する事態になったのは、ご存知のとおりです。現在では食品関連業界では、XML（エックス・エム・エル）で自然言語処理をしているので、同じ製造年月日の餃子がおかしいとなれば、すぐにそれが回収できるようになっています。

データベースを作ったら、現在のリスクに似ている知識を検索します。それが似ていると感じない人がいるからです。こうしたことが過去にあったじゃないかと言っても、いやそうではない、事故はケース・バイ・ケースだという人がかなりいるものです。人が失敗した時に、これは似ているな、と感じる心が重要です。そして精神的な対策で終わることなく、将来の損失を回避するような対策を施すのです。

## 失敗の分類学—タイプⅠ・Ⅱ・Ⅲ

大学の事例を紹介しましょう。2008年11月、割りと最近の出来事です。濃い酸の中に水を入れると、発熱反応が起こり、水がぼーんといってしまう。爆発を防ぐ方法としては、沢山の水を用意して、そこに酸を入れていくという方法をとります。ところがこの事件を起こした学生は、その方法を忘れていて濃硝酸の中に水をゆっくりゆっくりと入れていきました。そして水が沸騰して中2階の屋根を吹っ飛ばしてしまったのです。

研修などで安全対策を教えているのに、それを忘れてしまう。アホかいな、たるんでいるという例です。ヒューマンエラーと言われるものです。これを「タイプⅠ」としましょう。安全対策が不発に終わったというタイプです。企業の事故を分析すると、約50%位の確率でこのタイプが出てきます。自動車にはセーフティ・ベルトが付いているのに、それをしないで乗っていて怪我をした、などもこの分類です。

次は、あちらを立てれば、こちらが立たずという、干渉設計の例で、工学ではこの例が多くなります。要求機能が干渉しているタイプで、「タイプⅡ」と分類しましょう。設計者が、その干渉設計に気がつかなかったり、まあいいやと思ったりするところで起こる失敗です。

例をあげましょう。ボラン・ピリジン・コンプレックスという薬品があります。これを暖めて蒸気圧を高めて、真空装置の中で化学蒸着法で物に膜を付けるのです。この液体が水と反応すると急激な反応が起こります。それで、この実験者はサンドイッチが入っているようなビニールにジッパーが付いた袋を水槽のような物に入れて実験をしておりました。10回実験していたが大丈夫だったが、11回目に水が入って爆発してしまいました。水で加熱しないでヒーターを巻けばよいではないか、というような問題です。

どうも、マテリアル出身者で基本的なことを知らなかったことによるミスです。こうした事故は3割位あります。「要求機能」が干渉しているわけです。要求機能とはお客さまが要求した機能などを言うものですが、これらが干渉し合うわけです。ですからこれは設計問題になります。本来、それぞれが干渉しない独立設計が理想的です。それがなかなかできなくて、すり合わせをしてしまうということになります。

「タイプⅢ」の失敗とは次のようなものです。実は昨年9月に東大で、メタンガスの漏洩事故がありました。この時は消防自動車が16台出勤し、東京の本郷通りが1時間ほど閉鎖される事件になりました。事件を起こした学生は、本富士警察署に逮捕される騒ぎになりました。テロではないかということで、連れ戻すのもまた大変でした。この学生は何をしようとしていたのでしょうか。ただ、メタンガスのボンベを隣のビルに運ぼうとしただけです。運び終えていざボンベを開こうとした時に事故は起こりま

した。とにかく、バルブが開いてしまい150キロの圧力のメタンガスが吹き出してきたのです。

調べてみたら工学部の中に1500本のガスボンベがありました。納入している業者は、事業でなく家業みたいなものも含めて70業者もあります。長い年月の中で複雑に絡み合い、にっちもさっちも行きません。ボンベの形だけみても十何種類とあります。学生がいくら賢くても、この事故はなかなか防ぐことはできなかった類のものではないかと思われまます。過去の歴史が積み重なって、人智を超えるように要求機能が絡まって、ボンベのバルブやレギュレーターが複雑になっています。あちらを叩くとこちらが壊れる、とまさに干渉だらけです。

こういうものは沢山あります。たとえば銀行のシステムです。お金を入れて出すだけの大福帳のような機能をコンピューターに任せるならいいのですが、現在では要求機能が複雑になり、システムの入札もどちらが早く応札するかなど時間叩きゲームのようなものになっており、にっちもさっちも行かないという状況になっているわけです。

失敗というものは、以上のように3つに分類でき、これらを前述したようにタイプⅠ、タイプⅡ、タイプⅢと命名しました。

- |                                                             |
|-------------------------------------------------------------|
| <b>タイプ(Ⅰ) 不発 失敗の50%</b><br>精神論よりも安全自動装置<br>昔から生じているヒューマンエラー |
| <b>タイプ(Ⅱ) 干渉 失敗の20%</b><br>作業でなく設計者の失敗<br>今までお構いなし          |
| <b>タイプ(Ⅲ) 複雑 失敗の30%</b><br>人智を越えた複雑さ<br>今ではその傾向が止まらず        |

## タイプ別失敗の特徴

タイプⅠの場合は、昔から起きているヒューマンエラーであり、これが全体の50%を占めています。このタイプに対しては、精神論よりも安全自動装置を付けるといったことが重要です。2005年4月に起きたJR西日本福知山線の脱線事故にしても、日勤教育などが問題視されていますが、ATS-Pと言われる自動列車停止装置が設置されていなかったこ

とが一番の原因です。阪急や阪神といったその脇を走っていた電車は30年前からそれを付けていたわけで、単にこれを付けなかったJRの経営者が悪いということになります。

それからタイプⅡの場合は干渉設計で、これは作業者の失敗でなく設計者の失敗です。後ほど述べますが、日本人はこの干渉設計が大好きで、それで失敗することが多い。失敗の20%を占めています。

タイプⅢは、人智を超えた複雑さが影響するもので、沢山あります。たとえばバイオなどもこの例に入るでしょう。いつ、鳥インフルエンザなどが毒性を強め流行するかなどは分かりません。まさに複雑系です。

ところで、なぜ失敗学を研究しているのですかと、私は尋ねられることが多いのですが、大学の目的は創造とか設計が成功することにあります。ですから成功に至るための手段としての失敗学があります。致命的な失敗を犯さないこと、しかし小さな失敗は必ず起きるから仕方がないだろう、という感じでやっています。私は工学部の安全衛生管理室長も務めています。ここには学生など素人を含めて6000人がいます。大きな工場並みです。こうした人たちが毎日、実験をしているわけですから、部屋を吹っ飛ばすというようなことが起きるのは当然です。それで、大きな怪我をしないようにするにはどうすればよいか、一生懸命に考えているのです。

### 失敗学:過去の失敗を学んで 致命的な損失を回避すること

1. 失敗を正直申告して、
2. 共通のシナリオを抽出し、
3. 自分に適用する。

データベースは分析しないと、  
コストパフォーマンスが悪い

## 不正直と無謀は世間が許さない ——現在の失敗に対する見方の傾向

昨今は小さな失敗でも不正直と無謀な挑戦に関係すると、マスコミに総攻撃を受けることになり、どちらかと言えば、これを防ぐにはどうすればよいか、

ということを考えがちになります。それで、不正直を防ぐため、どのような教育をするかということになります。まず、論文に嘘を書いてはいけない、これは誰でも分かることです。しかし、マージナルなものが出てきます。たとえば、このような場合です。6点をプロットしたが、どうしても1点だけが直線に乗らないということが起こります。その時に、線を引いて線からはずれた1個を消してよいか、という問題です。このはずれた点は俗に異常値と呼ばれるものです。多分、20世紀の研究者は消しゴムで消していました。いいじゃないか、6個のうち5個は真実なんだから、などと理由をつけて消してしまうわけです。ところが、現在は、1個でも消せば退学となります。もし、この異常点を消したいのなら、何回も実験をしてこれが絶対に間違いであることを証明して消さなければならない、と指導しています。マージナルな部分は沢山あるわけで、これを正直でない者が研究していてそれが世の中に出た場合、大変な迷惑です。私どもエンジニアの仕事が信頼できないと、社会から見られてしまう可能性があります。

もう1つ、世間が許さなくなったことに「無謀な挑戦」があります。しかし、無謀とは言われているが、無謀でないような挑戦もあります。慈恵医大の青砥病院の前立腺の全摘手術で起こった事件です。「キーホールサージェリー」といって、内視鏡を入れて行う手術で、1999年フランスで行われるようになった技術があります。2001年くらいに日本にもやってきましたので、若い医師がこれに挑戦をしました。その際、インフォームド・コンセントで最初の手術になるということ余り言わなかったようです。そこが1ついけないことでもありました。そして手術を開始して8時間くらいたって、うまくいきません。手術は二酸化炭素でお腹の皮を風船みたいに膨らましてその間の空間のところで処理をしていくわけです。皮のところは動かないようにしてツールを動かすわけです。右へ動かそうとすると、左へ動かさなければならず、こんがらかります。

うまくいかず仕方がないので開腹手術をしようということで、開腹したら二酸化炭素が抜けて、二酸化炭素の圧力で押さえていた血液が噴き出してしまいました。患者の血液型はA B型だったのでO型を輸血すればよかったのが、判断が鈍って失血でお亡くなりになったという事件です。

いま刑事裁判が行われているところですが、この裁判が有罪となれば、多分、新しい技術が行われな

くなるのではないかと思います。この影響は尾を引いています。「ダビンチサージカルシステム」と呼ばれる医療ロボットがあります。1990年頃に米国の大学で開発されたものですが、日本はロボットが大好きな国民ですから、この程度のロボットを作るのは割とやさしい。1台2億円で、800台ほど作られています。しかし、日本には4台しかありません。新しいことをすると、また訴えられるかもしれないというわけで、購入が進みません。

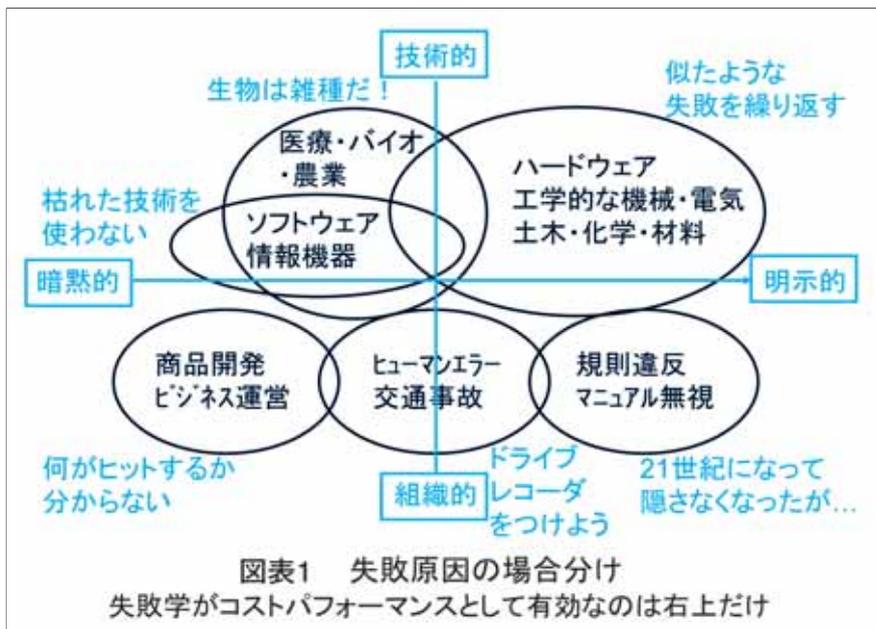
似たような判断が、「サイバーナイフ」という放射線治療ロボットでもありました。200くらいの方角から放射線で脳の腫瘍を殺してしまうというもので、現在、大変に使われているものです。肺ガンから脳に転移したときなど、脳の腫瘍を大体殺すことができます。そうすると2年くらいの延命が可能となります。しかし、日本の企業はこの分野からも撤退してしまいました。

医療では安全が大切であり、工学の分野の技術を導入していくべきなのですが、撤退ということが多くなっています。10年、20年という技術の遅れが起きているわけです。確かに挑戦しなければ失敗しないけれど、零対零で引き分けるような方法では、勝ち点3がもらえません。日本が技術立国を目指すなら、ある程度の挑戦を許さないと、これからの発展は難しくなるでしょう。

## 失敗のナレッジマネジメント

さて、話を失敗のナレッジマネジメントに戻しましょう。失敗学の目的は、過去の失敗を学んで致命的な損失を回避することにあります。その方法は、1) 失敗を正直に申告して、2) 共通のシナリオを抽出し、3) 自分に適用する、という3パターンになります。データベースを作ることは作っても懺悔録に終わることが多いのです。データベースから消したいなと思う人が沢山いると、誰も見ないということになります。また、データベースを作っても、分析しなければ、コストパフォーマンスは悪くなります。

失敗学はどういう分野で有効か。失敗の検証を試みました(図表1)。図の左側は暗黙知が多いところ、右側は明示的で、きちんとマニュアル化されているところです。図の上は技術的、下は組織的です。すると、技術的でマニュアルが分かっているところは、ナレッジマネジメントをやると、必ず成功



うなどと交渉して安く済むわけで、コストパフォーマンスがよいということになる。損保会社もドライブレコーダーを付ければ保険料を30%引きにしますなどすれば、どういう事象で起きたかがはっきり分かるようになるわけです。安全装置付きで科学的に事故の分析を行うことが、大切になっていくでしょう。

右下の座標の「規則違反・マニュアル無視」は21世紀になって隠すことができなくなってきたものです。最近、事故米の残留農薬問題が起きましたが、この米を使

します。しかし、医療・バイオなどの分野はなかなかうまくいきません。たとえば同じ薬を使っても副作用の出る人と出ない人がいます。何故かと言えば、それは相手が雑種だからで、特に人間は最も雑種動物です。実験のネズミなどは20世代も掛け合わせが行われます。それでも脳の信号などをとってみると、全く異なるそうです。

それからソフトウェアも難しい。何故なら枯れた技術でなく、いつも新しい技術を使わなければならないからです。データベースを作って、ナレッジをしようなどと言っているうちに、そのソフトがなくなってしまう。東芝という会社を考えてください。この会社は全く異なる人種が集まっているところです。賞味期限が長くナレッジが大切と言われる原子力、それに対して明日がどうなるか分からないフラッシュメモリー。この両方を扱っています。これが同じ会社の間人かというくらいに、ナレッジマネジメントをする姿勢が異なってきます。

左下の座標の商品開発、これも難しい。何がヒットするか分からないし、制約条件も分からない。ヒューマンエラーとしての交通事故も分からないものでした。ドライブレコーダーを付けるようになって、初めて分かるよになってきました。東京のタクシーの90%はドライブレコーダーを付けており、15万台ほどが売られています。どうしてタクシーが付けているか。タクシーは任意保険に入りません。事故が起きてから、タクシー会社の担当者が赴いて相手と交渉します。これを付けていると、画像で事実を明らかにすることができます。あなたは無灯火の自転車と突っ込んできた。5対5の過失責任にしましよ

って煎餅を作っていた4人程度の会社でも、製品の回収をしています。多くのお金を使ってデータベース作って、それで役に立っているのは賞味期限がとも長い製品である右上の座標のハードウェアということになるでしょう。

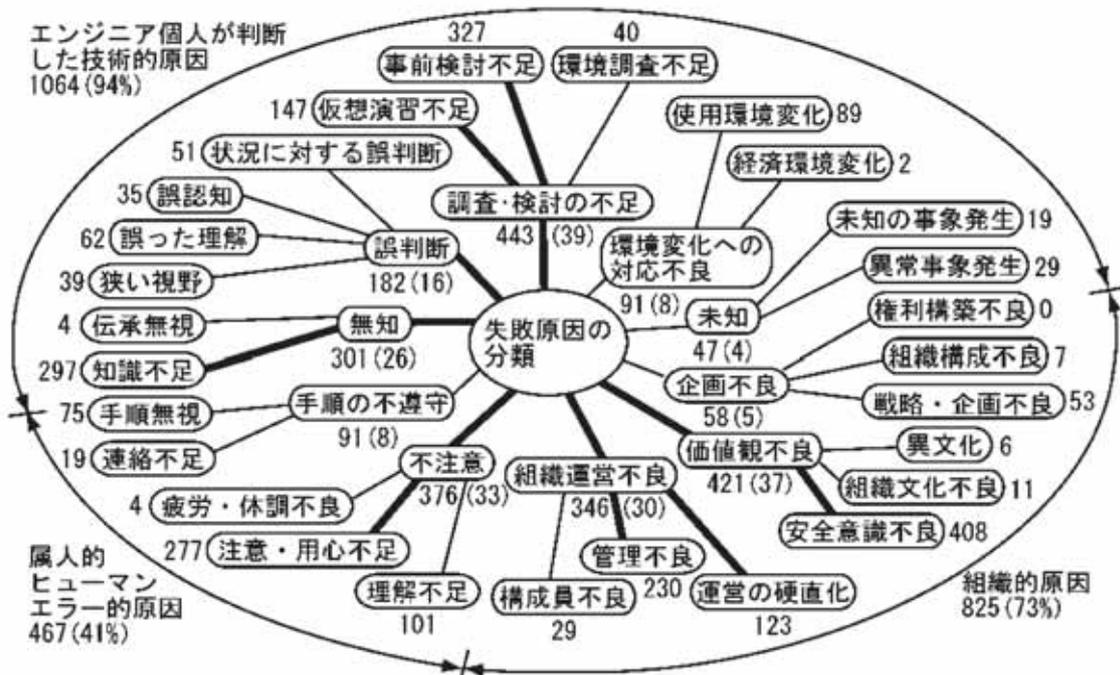
### 想定外の事故はない

図表2は文部科学省の科学技術振興機構（JST）が10億円かけて作った「失敗知識データベース」の「曼陀羅図」です。

ここには1200件ほどの失敗データが入っています。このデータベース作成に参加したのは引退されたシニアのエンジニアが多いのですが、この方たちに、10個用意した分類の中でどれが失敗の原因であったか選んでもらいました。1136件の事例から2356件の原因が選ばれていますので、1件の事故について2つ程選んでいるということになります。これを調べてみると、「無知」「誤判断」「調査・検討の不足」「環境変化への対応不良」「未知」などはエンジニア自身の判断が失敗した技術的要因ですが、これだけで94%を占めます

無知は入社して3年目からの初心者、誤判断は課長クラスの失敗でしょうか。調査・検討の不足は39%と多いが、これは、後で調べてみたら世界中で同じ事で失敗していた事例があることが分かった、というようなことでしょう。環境変化への対応不良については、海外に出して失敗したというのが多い。未知は4%に過ぎない。これはたとえば鳥インフルエンザなどのバイオ、もう一つは天災につい

# 想定外の事故なんてものはない



1136事例から原因を抽出(複数可なので総数2356)、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

図表2 失敗知識データベースのシナリオ検索用の原因“曼荼羅”

て、この失敗を選んだ人が多い。こんなに大きい地震や津波が来るとは思わなかった、などです。古今東西のさまざまな失敗を集めてみれば、こんな原因があるのかというものは殆どありません。想定外でしたというのは逃げ口上であり、裁判になってみれば想定内ということになるわけです。

想定内であるのに何故失敗してしまったのか、ということを出てくるのが「組織的原因」で70%程度を占めます。「価値観不良」「組織運営不良」などが多いですね。価値観不良とは、たとえば後で考えてみると、安全意識がそのグループとして足りなかったのではないかと、などというものです。組織運営不良は、たとえば、安全装置をつけましょうなどと部下から言われたが、上司がコストが高くなるからというので見送ったりして事故が起きてしまったなどの場合。

そして失敗の40%ほどが「属人的ヒューマンエラー的原因」から起きています。「不注意」や「手順の不遵守」などです。きちんとマニュアルどおりにやりましょうね、と言っているながらそのとおりにしなかったなどです。パロマの湯沸かし器による一酸化炭素中毒死事件も、設計者の意図をよそに、安

全装置が動かないようにしてしまったのが事故につながりました。また「未知」による失敗が4%と少ないことから分かるように、想定外の事故は非常に少ないのです。したがって、どのような事故があるかということ体系化しておけば、それ以外の事故はあまり起きないということが言えるでしょう。

## 41のシナリオにリスク要因を集約

私は300くらいの事件・事故を調べて、これを41の分類にまとめてみました(図表3)。そして機械系のエンジニア90人に尋ねてみました。そしたらこの41の原因に80%が取りました。これらの原因から洩れているのは「ヒューマンエラー」(眠くてぼーとしていたなど)、「管理トラブル」(部下が鬱になってしまったなど)などで、20%を占めています。

事故などで特に多かったのは「技術的、特に力学的」の中の「2) 疲労破壊」でした。これは2007年5月に吹田市のエキスポランドのジェットコースターの車軸が金属疲労で折損してしまったというような事故です。ただ、この事故は金属疲労というよ

|                                    |                  |
|------------------------------------|------------------|
| <b>62 技術的、特に力学的な失敗</b>             |                  |
| 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       |
| <b>55 技術的だが、副次的な失敗</b>             |                  |
| 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      |
| <b>28 技術的だが、使用中に生じた失敗</b>          |                  |
| 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 たまし運転      |
| <b>18 非技術的、組織的・社会的な失敗</b>          |                  |
| 36) 11 コミュニケーション不足                 | 39) 0 企画変更の不作为   |
| 37) 7 安全装置解除                       | 40) 0 倫理問題       |
| 38) 0 違法行為                         | 41) 0 テロ         |
| <b>40 重大ではなく、失敗百選のシナリオに含まれない失敗</b> |                  |
| 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      |

図表3 失敗百選の41のシナリオの一覧表  
(青数字は203個のリスクのうち、そのシナリオに分類された数)

事件・事故は  
考えても  
みなかった  
副作用として  
発生する

エンジニアが  
感じている  
リスクの80%は  
41個のシナリオ  
に含まれる

りは制度疲労に近いと、私は思っています。ジェットコースターは工作物に当たるといことで、建築基準法で規格が定められています。検査する人もエレベーターをチェックするような人たちです。ですから旧運輸省が管轄する電車をチェックしているような人たちが調べていれば、この事故の原因となった金属疲労も発見できたのではないか、と思われるのです。法律による制度が何ら変わらないので、お門違いの人たちがチェックしていると、こういう事故が起きるといことではないでしょうか。

そもそも、「疲労」「摩耗」「腐食」は、失敗3兄弟といわれています。その特色は新品にはこの事故は起きないということです。メンテナンス不足となってくると、この3兄弟が顔を出します。「6) バランス不良」とは、風でクレーンが倒れたりなどで、けっこう多い。

それからあまり考えていなかったもので、最近多いのは「18) 塵埃・動物」です。たとえばコンセントなどが燃えるなどです。大学でも年に2回ほどコンセントが燃えています。特に現在はフリーアクセスなので、熱がこもり、炭化するまで気が付かなかったという例があります。それから「36) コミュニケーション不足」は非正社員が増えてきて、この原因が多くなっていることは、皆さんも感じておられ

ているでしょう。

「22) 天災避難」というのがありますね。天災があつて避難できれば、こういう事象があつたという話の種で済みます。この場合、エンジニアや住民、役所が協力して行動することが大切です。これで最も成功した例は有珠山の噴火による防災があげられます。ハザードマップを作成し、北海道大学の岡田弘先生の活躍もあり、2000年の噴火の際には、一人の犠牲者も出なかったのです。岡田先生は有珠山の観測所に20年もおられました。その観測所は現在は無人の観測所となっています。住民や役人が素直に岡田先生の指示に従ったのは、先生の人間性もあつたわけで、次の噴火で避難の決断をできるかが、大きな問題であると思います。

実は以前、放射線管理学会でこうしたことをすべきだと講演したことがあるのですが、そうしたら放射線にはハザードはない、とすぐさま野次が飛び、感動しました。ハザードがないのならハザードマップを作る必要はないわけです。原子力などでは地域の住民との関係があるので、隠して隠してハザードはないと言わなければならない状況になってしまうでしょう。ただ、現在、水害が起きた時などにハザードマップを作成していないと、行政が訴えられる時代になっており、100万分の1でもハザードが

あるなら、それに対する避難方法なども考えなければならぬように状況は変わっています。

## 失敗原因の傾向をみる

これは会社の失敗を分析することでも分かることなのですが、失敗の原因を大別すると、同じような傾向があります。1つは悪意ではないが、うっかりや身勝手に生じたヒューマンエラーです。2つ目は、コミュニケーション不足で齟齬が生じたサプライチェーントラブルのようなエラーなどが顕在化したものです。これら2つの原因は、組織的、人間的原因で起こり、失敗の50%くらいが、これらの原因で起きています。だからヒューマンエラーや社会心理学の学者が活躍することになるわけです。

次にもう少し上流での失敗というものもあります。特異点で地雷を踏んだ設計の失敗と、私が呼ぶもので、3つ目の傾向ということになります。これは先ほども述べた複雑化に問題があります。そして4つ目は上流で間違っていた戦略の失敗というもの。これは今までは失敗とは言われてなかったものです。たとえば、比較の仕方が間違っただけで過大な投資をしてしまったというような失敗です。

特異点で地雷を踏んだ設計の失敗には、干渉設計の失敗があります。ある自動車メーカーのピストンの組立て工程で起きた事故の例で説明しましょう。米国のミシシッピの工場で善意のカイゼンを行ったことがきっかけでした。ピストンリングの挿入は手組みで行います。しかしこの作業者は、専用工具を使ってピストンリングを開きながらピストンに挿入するカイゼンを始めたのです。機械産業ではこれは当然のカイゼンです。ところが、作業者がリングを開き過ぎ、馬蹄形に変形させたため、オイルが吹き上げてオイルがなくなるという不具合が生まれました。たまたまこの事故に遭った人はレンタカーでこの不具合の車を借りて運転し、警告ランプを無視して運転を続け、エンジンルームが燃えるという事故になってしまったのです。

善意のカイゼンを行った作業者は、リングの真円度が10ミクロン変形してしまったらこういうことが起きるということを知らなかったために起きた事故です。ナレッジが伝わっていれば起きなかった事故と言えます。悪意は全くないのだが、ナレッジが行き渡らず、サプライヤーや現場の工程が悪くて失敗する事例が多くみられます。干渉設計といいます

が、こうしたナレッジが全て分かっているのか、という問題が基礎にあるのです。

日本の産業界で作っている製品は先輩たちのナレッジが組み込まれた成熟の段階にあり、これを少しでも動かすと思わぬところで失敗するということがあるわけです。コストダウンがクレームアップを引き起こしてしまうということが起こることが多いのです。リスクアセスメントの必要性が言われますが、それは大変に難しいことなのです。

日本人は干渉設計が好きで、部品を統合したりしますが、それが事故を誘発することがあります。どうすればよいかと言えば、その場で応急処置したことも含め、きちんと後輩に伝えることが大事です。これまで日本人は情報を伝えようということがあまりなかったと思われまます。

上流の失敗は下流で修正することができないことが、大きな問題なのです。これは経営学の野中郁次郎先生の言葉がヒントになっているのですが、新しいモノを作る時には、「思いを言葉に、言葉を形に、形をモノに」の気持が大事です。しかし、日本という国は、たとえば自動車を例にとっても、国産化が目標でした。東大工学部というものは、明治以来、国産化のための学部だったのです。だから、ハウ・ツー・メイクしか教えてこなかったわけで、ホワット・ツー・ドゥーまでは教えなかった。しかし、新しい発明をして、新しい論文を書く。それはリサーチで上流です。ハウ・ツー・メイクはソリューションで下流なのです。

新しいモノを作るという点では、法学部も新しい法律を作るということはずいぶん、憲法でさえアメリカで作ったものをもらっていたりするわけです。法学者というものは、みんながどのようなことで困っているのか、解決するための新しい法律を作ることを考えるべきではないか、と私は思います。

掃除ロボット「ルンバ」をご存知でしょうか。カブトガニみたいな形をしていて壁などにぶつかると逆方向に進みます。これはボタンを押せば、一人で一晩中ガーガーと動き、バッテリーがなくなると、赤外線通信で充電コネクターを探し自分で充電します。実はこれが300万台も売れています。米国のMITの先生がこれを開発したのですが、ロボット研究者から見ればあまりにも馬鹿馬鹿しい代物だし、掃除機を作っている人たちにとってはこんなものは掃除機でない、ということになります。しかし、お客さまにとっては部屋がきれいになればいいじゃな

いの、ということでしょう。しかし、ハウ・ツー・メイクだけをやってきた人には、このルンバは絶対に発明することはできないでしょう。どんな要求機能が存在するのかということを考える事がすごく大切であるということになります。

## 伝わり難くなったナレッジ

さて、最後に、まじめに失敗学を実行しても失敗が減らないのは何故か、ということについて考えます。1つの答は、まじめに法律を守ってコンプライアンスすれば、安全は十分であるということではない、ということです。安全のために法律を守ればヒューマンエラーが減ると言われますが、法律の方が時代遅れになっていることがあるので、自主ガイドラインを策定して、事故が起きた時には後ろ指を指されないようにすることが必要です。

もう1つは、「われわれの安全」を確保しようと頑張っても、暖簾に腕押しであるということです。つまり、「われわれ」には非正社員が含まれていないのです。「黒部の太陽」を見ても分かるように、昔はヘルメットかぶってお酒を酌み交わしていました。今はどうでしょう。本社の人間と現場の人間がお酒を酌み交わすことはないでしょう。本社とメンテナンスが交わることはないでしょう。そういうことで、ナレッジがなかなか伝わり難くなってきています。

このため、現在のシステム設計の基本は、「お猿の電車システム」が必要です。フリーターである作業者のヒューマンエラーを防ぐために、自動の失敗回避システムを構築するのです。JRでも地下鉄電車などでも、ボタン一つ押せば動き出し、コンピューターで二重三重に失敗を回避する仕組みになっています。ですから、人間が判断するよりも、よほど安全ということになります。だけど、マニュアルに書いてないことが起きては困るので、運転士さんが乗っているわけです。

そして、最終的な安全・安心の決断は全体像が理解できる中核人材が行うべきです。種子島の宇宙センターではロケット打上げに成功すれば万歳を叫びますが、あの司令室には自爆スイッチがあるのみです。まっすぐ目標に向かって飛ぶかどうかと

いう作業は全部ロケットに付いたコンピューターが行っているの、人間が操作しているわけではありません。マニュアルに書いてないことについて判断する人間はどうしても必要なのです。そうすると、仕組みを作る人はますます賢くなるが、それを使うだけの人はますます馬鹿になっていくということが起こります。牛井屋さんに10年勤めても牛井を最初から最後まで作ることができないのと同じです。

最後に、正直が一番ということを申しあげたい。正直が一番、正直であればやり直しがききます。そして何もしなければ失敗しないが、挑戦しましょうと言いたい。失敗に関しては、人間は似ている失敗を繰り返すので気を付けましょう。特に干渉設計と上流の失敗に気を付けましょう。それでも失敗は減らないでしょう。コンプライアンスする法律が時代遅れということがあります。だから自主ガイドラインを策定して後ろ指を指されないようにしていきましょう。非正社員が多くなりすぎたことも問題を拡大しています。

挑戦しなければ絶対に失敗はしません。しかし、大学でやるべきことは挑戦です。だから失敗なんておそれてはいけないと思うのです。

### まとめ

正直が一番、正直であればやり直しがきく  
何もしなければ失敗しないが、**挑戦**しよう

人間は**似ている失敗**を繰り返す  
特に**干渉設計**と**上流**の失敗に気をつけよう

それでも失敗は減らない  
**コンプライアンス**すべき法律が時代遅れ  
**非正社員**が多くなりすぎた



講演会の模様