

失敗知識データベース構築の試み

畑村 洋太郎 *hatamura@shippai.org*

科学技術振興事業団失敗知識データベース整備事業統括
工学院大学国際基礎工学科

中尾 政之 *nakao@hnl.t.u-tokyo.ac.jp*

東京大学工学部附属総合試験所教授連携部門担当

飯野 謙次 *kiino@sydrose.com*

サイドローズ・エルピー

筆者らは2001年4月から、科学技術振興事業団の事業として“失敗知識データベースの構築”の事業を行っており、この事業で収集した失敗例とデータベースの構造とを広く一般が使用できるよう、そのプロトタイプを本年3月末に公開した。この失敗知識データベースは従来なかったような新しい試みが随所に行われており、データベースのユーザが欲しいものが容易に検索できるやり方の1つの新しい提案になっているので、本稿でその基本的な考えを紹介する。



失敗データベースの現状



世の中には失敗事例集と呼ばれるものはいくらでもある。極端なことをいえば生産活動をしている組織で失敗事例集のないところはないといっても過言ではない。また、それらの事例をデータベース化してコンピュータに載せ、設計や企画に生かそうとしている企業は多い。たとえば日本の自動車会社の持つ失敗事例の数は、いずれも数10万件、原子力関連メーカーのそれはいずれも数万件であるといわれている。このような膨大な量の失敗データが収集されているのに実際の設計や企画に生かされていない。また、過去に起こった失敗事例から何も学ばず、同じ愚を繰り返す失敗が世の中で頻発している。

実際に設計や企画をしている人は、過去に生じた失敗事例の情報を網羅的に知りたいのではなく、今、自分の作業に関係のある失敗情報を必要としている。これに反して、従来の失敗事例データベースはそのとき自分が欲しいものを検索しにくく、また、検索ができたとしても、内容記述が読み手の脳の働きと合っていないため、その中身を理解して自分の頭の中に生き生きとした情景を作り出せない。別の表現をすれば、失敗のデータベースは本来“欲しい時に・欲しい中身を・欲しいかたちで”提供すべきであるのに、実際には事例情報が事故報告書のように形骸化しているため、検索することも理解もできず、それらをただ集めただけの実事例データベースは利用されていないのである。

筆者らは、上記2つの問題、すなわち“検索しにくい”ということと“内容を理解しにくい”ということを解消する失敗知識データベースの構築を目指している。すなわち、失敗事例情報がある程度決まった構造に沿って整理し、かつ失敗の原因から、行動、結果に至る脈絡を言葉の連鎖（シナリオ）で表現し、このシナリオを視覚的に理解しやすい配置に置き、かつシナリオを簡潔に表現するイラストを付与することで、失敗事例の検索性を飛躍的に向上させ、読み手にとって理解しやすい情報の提供を実現した。以下にその詳細を述べる。

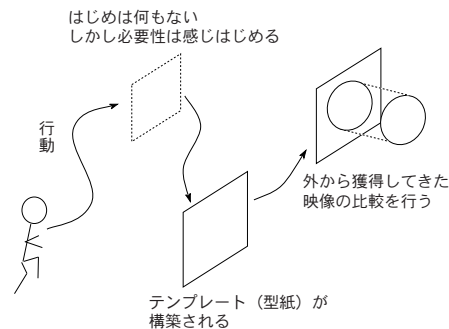


図-1 探すとはどんなことか

検索の脳科学と効率的検索



一般に検索は2つの部分からなる。すなわち、人間がコンピュータに対して検索条件を指定し、コンピュータが大量の情報リストの中から検索条件に合ったデータを抽出してリスト提示する前半部分と、そのリストを人間が見て解釈し、自分が探しているものと合致しているか判断する後半部分である。まず本章では後半の人間中心の検索における筆者らの開発の考え方を述べ、さらに次章では具体的データ構造、次々章では視覚的記述の効果を概説し、最終章で前半の機械中心の検索における今回の開発の効果について述べる。

人間が検索する時の脳の働きは、外界の事象を逐次頭の中に写像し、その映像が検索の目標を表すテンプレートに合致するまで続けることである(図-1)¹⁾。多くの場合、はじめは必要性を感じているものの自分が何を求めているのかがはっきりとしない。いいかえればテンプレートが存在しない状態で行動が始まる。そしていろいろと試行錯誤を繰り返した後に、次第にテンプレートが頭の中に構築されてくる。そしてそれと同時に外から獲得してきた映像との比較を行い、ついに両者が一致したときに“探せた”と思うのである。このテンプレートは必ずしも図-1のような幾何形状とは限らず、言葉だったり、抽象的概念だったりすることもある。

従来のデータベースが効率よく使われていないのは、失敗の記述が“探せるように準備されていない”からである。つまり、ありきたりの失敗の表現は、情報の構造そのものが言葉の羅列とそれを補う図表や写真で構成されており、検索者はそれに合うようなテンプレートを持ち得ないから探せないのである。そこで筆者らによる提案の利点を概念的に図-2に示す。すなわち、失敗情報の記述が構造化を持つよう編集し直し、かつその骨組みとして事例全体の脈絡を抽出、また、その骨組みを表現するイラストを用意することである。

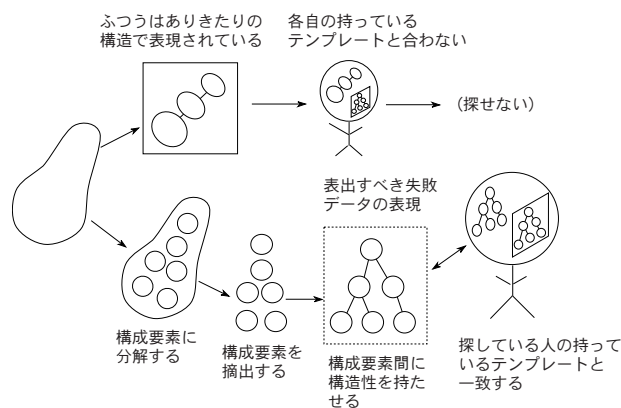


図-2 どうすれば失敗データを探せるように再構築できるのか

まず事象自体を構成要素に分解し、その構成要素のみを外部に抽出する。次にそれらの要素を、検索者が持ち得るテンプレートの構造に合致するような構造に再構成するのである。このようにして新たに作り出した構造化のある失敗事例情報からなるデータベースだけが、はじめに述べた検索者が“欲しい内容”のデータベースになり得る。次章に筆者らの提案による失敗事例情報の構造を説明する。

失敗知識情報に必要なデータの構造



図-3に失敗情報の要素化と表現について示す。世の中で広く行われている失敗事例の記述は最も簡単なものでは原因・結果、もう少し詳しいもので事象名の次に原因・結果・対策・教訓、となっていることが多い(同図(a))。これでは失敗の概要は分かるが、同種の失敗を繰り返さない、潜在的な失敗を予見する、など失敗知識の活用の観点からは不十分である。

仮に失敗をシステムとして考え、ある制約条件の下で

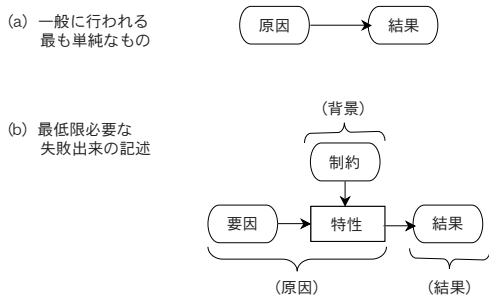


図-3 失敗出来の要素化と表現

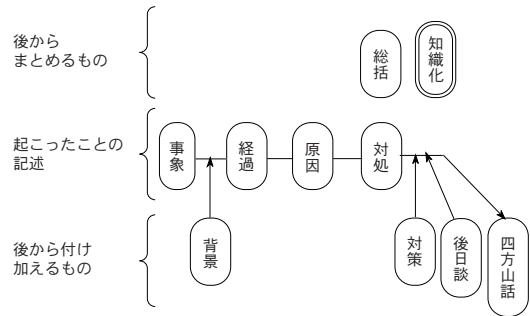


図-4 どう表現すれば失敗事象を伝達できるか

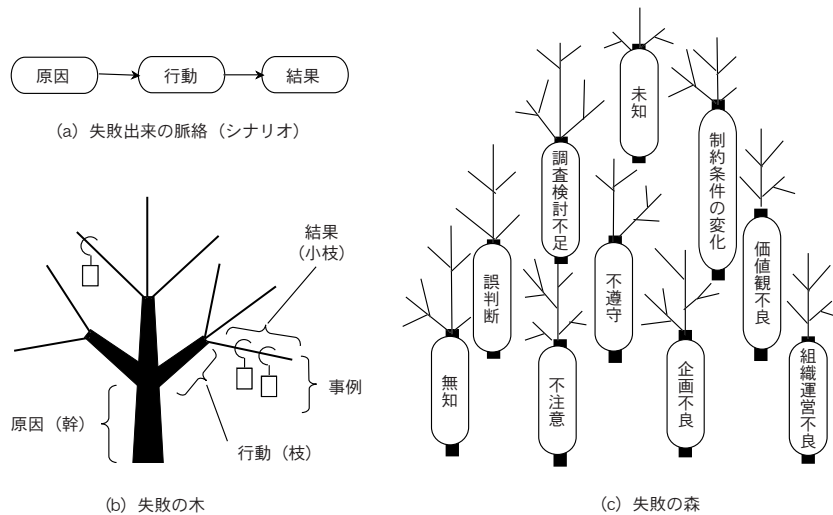


図-5 失敗の脈絡と構造化

何らかの特性を持つシステムに要因が入力され、結果が出力されると考えると、失敗を筋道立って記述できる(同図 (b))。しかし、このような失敗出来(しゅったい：現実に生じること)の要素による表現は、失敗出来のメカニズムを理解するには有効であっても、検索者が知りたい、あるいは理解したいと欲しているものとは異なっている。

筆者らは失敗についての研究で失敗出来の表現として、“事象(どんな失敗か)”・“経過(どう進行したか)”・“原因(その時何が原因と考えたか)”・“対処(それにどう対応したか)”の4項目で記述し、さらにそれらをまとめて“総括”とし、そしてその失敗から学ぶことを“知識化”とすることを提案してきた²⁾。利用者の欲するデータベースの作成のために、このやり方を実際のさまざまな事例に適用してみると、これら6項目で一応の内容は検索者に伝わる。しかし、その失敗出来の全容を検索者に伝達するには、それに間接的にかかわることがらを書き加えることがさらに効果的であることが分かった。すなわち、その失敗の生じる“背景”，さらにその失敗

のために後になってどんなことが生じたのかの“後日談”，どんな対策をとったのかの“対策”，その失敗に関連して頭の中に思い浮かぶさまざまなことからはどうなっているのかの“四方山話”，などである(図-4)。この失敗出来の表現は、単に時系列的に要素項目を羅列するのではなく、検索者が知りたくなる順序と構成になっているもので、検索と理解に必須のものであり、本稿で紹介する失敗知識データベース表現の根幹をなすものである。

次に失敗の起こる道筋について考える。後述の失敗知識データベース構築の活動で、2年間にわたる議論と検討の結果、さまざまな産業分野の失敗を統一的に見ようとしたとき、失敗の基本構成は、原因・行動・結果の3要素の組合せで記述するのが实际的であり、ほぼどんな失敗もこれで記述が可能であると考えられるようになった。ここで原因→行動→結果の3要素の組合せを“脈絡”または“シナリオ”と呼ぶことにする(図-5 (a))。ここでは、はじめに原因があり、その原因によって人間が何かの行動を起こし、その結果として失敗が現実のもの

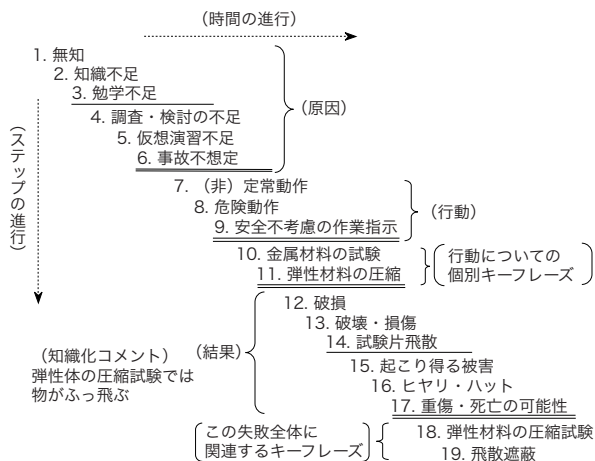


図-9 対角線図による失敗出来の脈絡（シナリオ）の表現
（圧縮による試験片飛散の例）

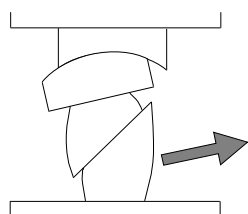


図-10 代表図による失敗事象の表現
（圧縮による試験片飛散の例）

ら（図-7）と“結果まんだら（図-8）”と呼ぶ。これらの“まんだら”は失敗知識データベース構築の委員会で1年余にわたって検討した結果で、機械・材料・化学・建設の4分野では失敗要因の上位レベルについては図-6, 7, 8の統一された階層で記述できる。このような統一的な記述の方法の確立こそが失敗知識の共有化に必須のことがらであった³⁾。

原因・行動・結果のいずれのまんだらについても中心部の円環を第1レベルとし、第1レベルの要素の下にぶら下がる要素が配列されている。さらにこの図では表示していないが第2レベルの円環の外側に第3レベルの要素をそれぞれの事例に応じて新たに追加してぶら下げられる。別のいい方をすればまんだらの中心部ほど上位観念で抽象的に、外周部ほど下位概念で具体的な要素が配置されている。

検索をやりやすくするためのデータの表現



失敗の脈絡の理解のために前章に述べた工夫をしたが、検索後半、すなわち、人間中心の検索を容易に早く正確に行うための工夫として、以下に述べる“対角線図”

と“代表図”というものを考案した。

通常のデータベースの検索では検索者はデータベースを作成した人の頭の構造に従ってあらかじめ定められたデータの構造性に無理やり従わされて自分の求めるデータに辿り着くか、キーワード間の構造性は無視して、それらの組合せが合致するだけの理由で選択されたデータを受け取られる。前者の場合には自分の頭の動きに合わない思考を強制されるので疲れて厭になってしまい、後者の場合には提供されたまったく意味のないデータの山の中から再度自分で全文に目を通して選択することが求められ、これもまた二度とやりたくないくらい疲れてしまう。

これは、現在の検索方式がはじめに述べたように、検索における脳内の働きを無視し、脳内にあるパターンマッチングの機能を利用していないからであると筆者らは考えている。筆者らが考案した“対角線図”と“代表図”はこの脳内のパターンマッチング機能を積極的に利用する方法である。

“対角線図”は横軸に時間の進行を、縦軸にステップの進行を想定し、文脈を構成するキーワードを斜めに対角線状に配列することを基本とする。圧縮試験によって試験片が飛び出した事故²⁾を例にした対角線図の例を図-9に示す。対角線状に並んだキーワードを原因・行動・結果の順に並べ、それぞれの中に要素の階層性をも合わせた構造となっている。また検索者が知りたくなるキーワードが必要な場所に挿入されているとともに知識化のコメントも添えるようになっている。

“代表図”は、その失敗の主要部分を最も単純な図に表したものである。対角線図の列と同じく試験片が飛び出した例の代表図を図-10に示す。この図を見れば材料の圧縮試験を知っている者であればすぐに、試験片の上部と押板との平行度の確保のために球面座を載せて圧縮試験を行ったが、材料の変形の増大とともに試料が横方向にふくらみ、ある瞬間に1つのせん断面が急激に優勢になって、その面だけが迂るとともに試料の上部端部が傾き、球面座の球面が迂って傾き、下部の試験片が押し出されて飛散した、という状況をこの1つの絵から読み取ることができる。

ここで対角線図と代表図の互換性を確認するため、以下の実験をやってみた。すなわち、1つの失敗で起こる事象を対角線図だけで表したのから代表図を描かせたり、代表図のみを見せてその状況を記述させた後に対角線図に描き直させた。すると、被験者はいずれの場合もほぼ同じ心象を浮かべることが分かった。このことから対角線図と代表図とは等価であること、言葉による表現と図による表現に互換性があること、などがいえる。さ

らにこのことから、これらは人間の頭の中に形成される心象を表現する方法ともいえる。

失敗知識を正確に伝達するための工夫



失敗から学び失敗を生かすには、失敗知識の獲得が不可欠である。失敗知識は単なる事実についての羅列ではなく、失敗の事象の中からその構成要素を抽出し、要素間に関連付けを行い、それから真髄を抽出したものである。言い換えれば失敗の事象からそれを包含する上位概念に登ったものである。

失敗知識を作り出し、それを正確に伝達するにはさまざまな工夫が必要である。ここでは失敗知識を作るための基本と伝達するための失敗事例の記述について述べる。

失敗知識は事実に立脚していなければ興味も湧かないし、学ぶ気にもならない。だから事実、しかも公表された事実からだけで失敗知識を構成することは不可能である。なぜなら失敗情報の特性から、誰でも都合の悪いことは言わないし、隠すからである。だから失敗情報は常に重要な要素が欠落しているものと考えなければならない。したがってそこから失敗知識を抽出するには欠落している要素を推測で補えばよい。失敗知識を作るのは失敗を生かすためであって、失敗した当人を糾弾したり責任追及をするためのものではないからである。

このような考えの下に失敗知識を得ようとしている人のための知識作りの基本を図-11に示す。欠落している失敗の構成要素をそれまでの知識や経験をもとにして推測で補い、知ろうとしている人の頭の中の構造とその構成要素に合致した構造と要素を作り上げる。そして、このような制作を行ったときにだけ真に利用される失敗知

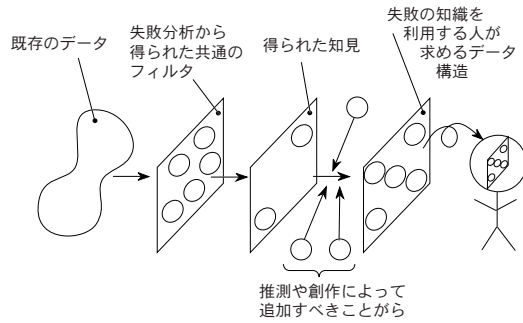


図-11 失敗知識の作り方の基本

識となる。筆者らの失敗知識データベース構築の活動は、本年3月までに約800件の失敗事例を収集しようとしているが、それらの記述に際してはここに述べたような考えでデータベースの構築を行っている。

次に失敗事例の記述について述べる。1つずつの事例の記述においても今まで述べてきたように、その失敗事例を知りたいと思っている人が“知ることができた”と思える内容にする必要がある。そこで現在筆者らが行っている失敗知識データベースの失敗事例の記述項目を図-12に示す。このデータベースの特徴は次の通りである。(i) 標題欄に代表図を入れ、図による検索を可能にしていること、(ii) 事象・経過・原因・対処の他にも、背景・後日談・四方山話・対策などの項を設けていること、(iii) 当事者ヒアリングを入れ、第3者から見た記述の他に失敗した当人(第1人称)の視点からの記述を入れたこと、(iv) シナリオの項を入れ、原因・行動・結果の脈絡がどうなっているのか分かるようにしていること、(v) 全経済損失などの項を入れ、直接的な損害だけでなく、社会に与えた広い意味の損失まで分かるようにしたこと。

標題	概要	詳細	補遺	来歴	社会への影響
事例番号 データ作成日 著者名 事象名 代表図	事例発生日 事例発生地 事例発生場所 事例概要 (総括)	事象 経過 原因 対処 知識化 背景 対策 後日談 四方山話	当事者 ヒアリング データベース 登録の動機 主シナリオ 副シナリオ 補足	事例編集来歴 情報源	死者数 負傷者数 物的被害 被害金額 全経済損失 社会への影響

図-12 失敗事例の記述項目

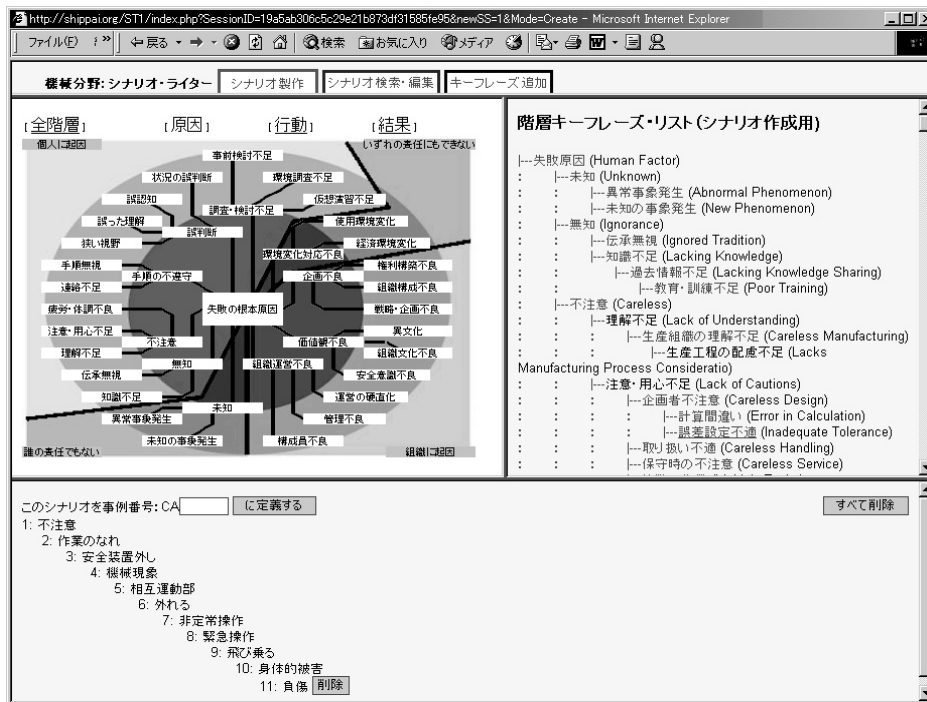


図-13 失敗シナリオの編集画面

図-13は、筆者らが開発したシナリオ定義ツールである。図中左上に原因まんだらが表示されているが、その中の上位要素をクリックすると、右側にその要素以下の失敗原因要素が階層構造で表示される。失敗のシナリオ記述者がこの階層構造からシナリオ定義に使用したい要素をクリックして選択すると、それが図中下部のシナリオ定義の末尾に加えられる。表示された階層構造に欲しい要素がないときは自由に階層構造内に加えることができる。

この階層構造内の各要素は、新たに記述者によって定義されたものも含めてコードで管理している。よって記述者によるシナリオ定義は、画面では言葉の連鎖で表示されるが、コンピュータ内ではコードの連鎖に置き換わっている。シナリオをコードの配列で定義していることにより、事例の脈絡を表現するシナリオの定量的比較が可能になる。このためはじめに述べた検索の前半、すなわち機械中心の検索を実行するとき、文字列の検索では困難な“似た事例の検索”も可能になる⁴⁾。

今後の展開



失敗知識データベース構築プロジェクトではこのような工夫のもとに実際にデータベースの構築を行い、その

プロトタイプを本年3月末に発表した。なおこのデータベースに収められている失敗事例は誰でも閲覧可能である。このプロジェクトは、「失敗知識活用研究会」とともに文部科学省がスポンサーとなり、科学技術振興事業団が事業主体となって行っている。

さらに筆者らは、NPO（特定非営利活動法人）を2002年末に設立し活動を開始した。ここでは、失敗についての考え方について情報交換を行う場としての公益機能のほかに、前章に述べた失敗シナリオのコード化など失敗学に関する先端的研究を行っている。

以上のような総合的な活動を通じ、失敗を悪いこと・あってはならないこと・恥ずかしいことと見る従来の見方を変え、技術や文化の発達に失敗はつきものであり、“折角やった失敗なら、とことんしゃぶり尽くし、次に同じ失敗を繰り返さないようにする”という考え方を広めることを目指している。

参考文献

- 1) 山鳥 重: 分かるとはどういうことか、ちくま新書 (2002)。
- 2) 畑村洋太郎他: 続々・実際の設計 失敗に学ぶ, 日刊工業新聞社 (1996)。
- 3) 科学技術振興事業団: 失敗知識データベースの構造と表現 (失敗まんだらの解説) (Mar. 2003)。
- 4) Iino, K. et al.: Proceedings of the ASME, 29th Design Automation Conference, Chicago, USA (Sep. 2003) (予定)。

(平成 15 年 2 月 4 日受付)

