

2003 年 8 月 25 日  
失敗学研究グループ

社会技術システムミッションプログラム  
失敗学研究グループ 中間評価報告

## 1 はじめに

### 1-1 研究の背景 —日本における失敗活用への期待—

21 世紀の科学技術創造立国を目指すわが国では、それが豊かさをもたらす期待と、理解を超えたことによる不安とが混在している。しかし、後者が卓越すると、些細な事故やトラブルが科学技術全体の進歩に対して阻害要因となり得る。このため、科学技術の作成者の方が積極的に、利用者である国民の中に安全・安心感を醸成するよう働きかけていくことが不可欠である。それには、失敗は絶対にならないという神話を作るのではなく、失敗を隠さずに、逆に失敗知識を明示して広く利用できるようにすれば安全・安心に繋がる、という社会の共通見解の構築が必要である。

過去に、社会あるいは個人・組織が様々な失敗を経験してきた。それらの失敗の中には、客観的に見て容易にヒューマンエラーとして発生を防げたものもあるし、完全に防ぐには科学的に困難だったものもある。しかし、その分析は今からでも遅くはない。失敗を分析し、予知・回避のための知識として身につけると、再発防止や損失低減が可能であることは、人生経験を通して皆がわかっている。

しかし、自分で経験し、自分で見て聞いて知る失敗には、数に限りがある。このため社会として広く失敗を集めて共有する方が、より広範囲の失敗知識を身に付けられる。しかし、このときには直面している状況に直接的には関係のないような失敗知識であっても、それを状況に応じて翻訳し上位概念に置き換える知識操作が必要である。そうすれば、現状の失敗しそうな状況を回避でき、さらにその知識を拡大・伝達できる場合も多い。日本ではナレッジマネジメントとして、インターネットの発達とともに、ようやく知識操作の研究が始まったばかりである。

このように、失敗知識を有効に活用する意義は、社会的に認識されつつあるが、実際に失敗知識が活用されている例は少ない。すなわち、様々な科学技術や産業、生活の場面において、失敗知識を提供する仕組みを構築しつつある。しかし、これらは、知識を提供することのみに特化したものが多く、実際に失敗知識を積極的に活用して失敗の事前回避や損失低減の行動に結びつけるような、動機付けや具体的な活用手法の提示まで行っている例は、意外と少ないのが現状である。

### 1-2 研究の意義 - ミッションプログラムとして実行する意義 -

現在の失敗知識の活用状況を鑑みると、失敗知識を提示し、それを有効活用できるよう

に導く“仕組み”を構築することが、社会的なレベルから組織的・個人的なレベルまで広く意義があると考えられる。そこで、失敗学研究グループでは、社会に失敗知識と具体的な活用手段を提示する技術的な“仕組み”と、有効活用すると得になるという動機付けを提供する社会的な“仕組み”について、検討をはじめた。技術的な仕組みの代表例として、まず情報データベースやその検索システム、インターロックメカニズム、フールプルーフなどがあげられる。また、社会的な仕組みとして、習慣や文化道徳などの社会慣習、法律や教育、監査などの社会制度、知識を利用・伝達するマスコミ・保険などがあげられる。

失敗学研究は、このような両者を融合したシステムを、失敗知識活用における社会技術システムとして構築し、実装することを目指す。人間は、過去の失敗の知識を与えてもらっても、それを使おうという動機付けがないと、その発生確率は低いとか、自分の状況とは根本的に異なるとか言って、知識を拒否することが多い。この動機付けの“からくり”を具備したシステムを、失敗知識マネジメントシステム(Failure Knowledge Management System, FKMS)と呼ぶ。

本社会技術研究における失敗学研究は、当該研究グループリーダがこれまでに携わってきたのだが、機械設計分野を中心に様々な科学技術分野における失敗知識の収集・分析・活用に関する研究成果や、科学技術振興事業団の失敗知識データベース開発時に取得した成果や知見を、基盤においている。

しかし、一方で、失敗学研究は、失敗知識の活用を軸として、社会で問題となる様々な分野を横断的に扱う枠組みである、という特徴を有する。このため当該研究が、社会技術システムのミッションプログラムの一つとして進められることで、エンジニアリング主体の失敗知識活用研究の成果や知見を、他の社会文化的なミッションプログラムの分野へ有効に展開できる。さらに他のミッションプログラムの各分野の研究者から提示された知見を俯瞰して、これらの一般的な共通点から科学の普遍的な傾向を抽出できる。例えば、法学が知識活用におよぼす影響が大きいことや心理学が失敗予知に有効であることを、他の分野の研究者の示唆によって、実際に明らかにすることができた。このようにミッションプログラムとして研究を進めることで、各ミッションプログラムを横断的に融合した普遍的な失敗学が構築できる。

### 1-3 研究の目的 - 失敗知識マネジメントシステムの構築 -

社会技術システムとして実装する失敗知識マネジメントシステム(FKMS)の役割は、(a)科学技術の影響を社会や国民に与える側である、技術者や医者、行政官、運転手に対して、失敗知識を有効活用する方法や手段を提供することと、(b)科学技術から直接に影響を受ける社会や国民に対し、科学技術に対する安全・安心感の醸成していくこととである。

これを実現するために、FKMS には、事例的な知識とその活用手法を提示して、社会が失敗知識を有効活用できるように、個人の知識獲得、実体験、疑似体験、現象想定などの

行為を支援する機能が必要となる。これらの機能に対応するシステムを構成する設計解として、失敗知識とその活用手法を伝えるための映像・データ等の実物や模型、仮想現実ソフトウェアなどと、知識活用の動機付けのメカニズムとして、法律や教育等の社会制度を失敗活用できるように再構築した制度構築や文化提言などが考えられる。

すなわち、本研究は、社会技術システムとして実装する FKMS に関して機能を検討し、失敗知識として事例収集や活用手法、予知・回避手法など提供することと、その活用の動機付けにつながるような社会文化的な手法を提示することとを目的とする。

この目的に沿って、FKSM の機能を検討する一環として、平成 13 年度は、失敗知識に影響をおよぼす社会制度や、失敗情報の還流や回避を促進させる社会基盤を調査研究し、平成 14 年度は、技術者の立場から見た失敗知識活用のために失敗疑似体験ソフトウェアをプロトタイプングした。同時に、機械分野の学生を対象に、創造的活動における独創性と失敗との関係や、失敗知識活用とチームパフォーマンスとの関係を測るために、失敗の知識活用手法や回避手法のツール開発も開始した。さらに、失敗知識の波及効果や社会への被害算定方法、FKMS のコスト・ベネフィット評価方法なども研究した。

## 2 目標を達成するための研究体制

| (氏 名) | (所属・職位)              | (専門分野) | (常勤又は非常勤) | (分 担)    |
|-------|----------------------|--------|-----------|----------|
| 中尾 政之 | 東京大学大学院<br>工学系研究科・教授 | 失敗学    | 常勤        | 失敗学研究 GL |

## 3 現在までの研究経緯と成果

失敗学研究の目的を達成するために、これまでに進めてきた研究の経緯について、具体的な成果内容を説明する。平成 13 年度、14 年度に実施してきた研究内容は、大別して次の 4 項目である。

### (1) 失敗知識の循環とその活用策の明示

社会の様々なレベルで日々失敗が起こっているが、これは FKMS のための重要なリソースと成り得る。しかし、現状では主に政治的・人事的な理由で肝心の事例を看過・隠蔽することも多い。つまり、これらの失敗事例を収集、分析し、情報として提供する、という失敗知識の循環のための基盤が整備されているとは決して言えない。そこで、FKMS 構築のための制約条件の模索として、失敗知識循環の阻害要因を明らかにする。

### (2) 失敗実体験または疑似体験の重視

失敗の事例から学び、知識化するのにもっとも有効な方法の 1 つは、実体験を通じて学ぶことである。工学においては実習・演習を通して、新たな課題に挑戦し、創造とともに失敗を“原体験”として学ばせることが日常的に実施されている。しかし、実際に体験してしまえば、損失が致命的となる失敗もある。そこで本研究では、過去の失敗事例を参考に、そこから学ぶべき内容を疑似体験できるソフトウェアの開発を行う。なるべく、臨

場感をもってゲームをさせると、今すぐに判断すべきであるという動機付けが生まれる。

#### (3) 失敗発生の予知とその回避能力の教育

個人における、失敗予知やその回避に対する能力は、その個人の持って生まれた性格のように固定化して是正できないことが多い。そこで本研究では、チームとして、個人がうまく配合できれば、各個人の能力の融合によって相乗的に予知・回避能力が向上できるか否かに注目した。すなわち、失敗を起こしやすいチームには、例えば失敗を軽視して挑戦に固執するような特徴があると考えられる。この特徴を具体的に要素分解して明示し、さらに事前に計測することができれば、失敗を起こしにくいチームを設計することが可能である。そこで、失敗を起こしやすい、あるいは逆に創造的な成果を出せるチームの特徴とその計測方法について検討する。

#### (4) 失敗影響の定量評価

不正な利益を追求したり、安全のための投資を怠ったりして一時的な利益を得たとしても、不正の発覚や大事故の発生を通じて失敗が明らかになると、社会的な制裁を受けてより大きな損失を被る。この事実は経験的に理解しているが、定量的に説明した研究例はほとんどない。本研究では、失敗の結果をより直感的に理解するために、典型的な失敗事例について利益・損失を定量化することを試みる。

これらの4つの研究内容に対応して得られた研究成果をそれぞれ以下に説明する。

### 3-1 失敗知識循環に適した社会システムのあり方の明示

失敗知識が循環するためには、

事故やトラブルなどの失敗の事例が調査され、  
失敗事例の調査結果について分析が行うことにより知識化し、  
失敗から得られた内容が知識として提供される、

という社会システムが必要となる。

しかし、現在の国内の各分野では、このような社会システムが各段階で有効に機能しておらず、結果として失敗知識の循環が十分には出来ていないという認識が存在している。そこで、各分野における失敗知識循環に関わる社会システムの現状について調査し、さらに海外で循環能力が高いと評価されているシステムとの比較を行いながら、日本における今後のあり方について検討した。主に調査および検討の対象としたのは、医療事故、鉄道事故、航空事故、自動車事故、工業製品クレーム、などの技術的な不具合に関わる事故である。

調査に基づいて検討した結果、失敗知識循環に関わる社会システムを機能するために、以下の施策を考えた。またこれを実現するための失敗知識を循環させる社会的仕組みとして、図3-1の構成が理想的である。

- ・ 法システムの整備： 国内で事故事例の調査が十分に行なわれていないのは、事故

責任者の過失に対する立件を主張するあまり、警察の捜査が優先され、さらに免責制度がないために事故当事者の証言が十分に得られない、ということが一因であることがわかった。欧米では事故調査を担当する委員会は、責任追及を主務とする部署から離れて、十分な調査権限と組織体制が整備されており、さらに免責制度もあることから、事故調査の時に比較的十分な協力情報が得られている。処罰を目的とした捜査だけでなく、再発防止のために原因調査にも目を向けた法律の整備が望まれる。

- ・ 事故調査分析機関の独立性・中立性： 国内では、事故調査と分析が当該分野の監督官庁が管轄する委員会等によって行なわれている場合が多く、事故分析の結果についても特定の関係者の責任が追求されないように、「複合要因」など曖昧に原因が示される場合が多い。その結果、事故の真の原因が判らないため、失敗から学べないという状況になっている。例えば、医療過誤や鉄道事故、航空事故、工学製品クレームなどでは、患者、乗客、ユーザに事故原因の発表に不信感を与えることも多い。これらを排除するには、事故の調査および分析は、特定の規制関係者と利害関係がない独立かつ中立的な第三者機関によって行なわれるべきである。欧米の事故調査機関には、当該分野の監督官庁とは独立しており、監督官庁等にも提言ができる権限を持つ機関が存在する。
- ・ 失敗事例を直接収集する経路の確保： 失敗の事例は様々な関係者の利害が絡み隠される傾向にある。失敗の情報を収集するためには、ユーザから失敗事例を収集する機関へ直接情報を依頼または提供するための経路の確保が必要となる。例えば、国内でも始まった自動車の不具合について、ユーザがインターネットを通じて経済産業省に直接報告できる制度は、従来の自動車メーカを介して経済産業省へという経路とは別に設けたものであり、これに該当する好例である。

### 3-2 失敗疑似体験ソフト“セイコウタイケン”の開発

セイコウタイケンとは、工場においてインシデントが発生した場合の失敗疑似体験ソフトウェアである。利用者は、インシデント発生後の対策を自ら案出しつつゲームを進めていくことで、危険予測の暗黙知を自然に養うことができ、失敗の体験を能動的に活かせるように自習できる。

現在のソフトウェアは、製鉄所における問題発生を例題（図 3-2）としている。大きな事故につながるのは非定常時であることが多いから、その発端となるインシデントとして代表的な非定常事象である「停電」を取り上げた。停電時の対処には、主電源の復旧や非定常電源への切り替え、炉の冷却、生成鋼の取出しなどを順序良く実施しなければならない。学習者には、製鉄所のいくつかの生産ラインにおいて従業員が対処すべきアイテムのリスティングとスケジューリング、また行ってはいけないアイテムのリスティングが要求される。

実際に、日本の機械学会の失敗知識活用分科会および実際の設計研究会のメンバ 33 名を対象にこのソフトウェアを試用したところ、やるべきことの順番が合っている正解率は 20%程度、やるべきことでないことを示せる正解率は 31%程度であった。また半分程度の人は、3 回程度同じ問題を繰り返すことで正解率を 70~100%に上げることができたが、これは、このソフトウェアが失敗体験を学習する上で有効であることを示している。なお、実際の製鉄所のエンジニアが試みたところ、正解率は第 1 回目でも 80%以上であった。このソフトウェアを試用した感想としては、事故直後の緊張感を味わえた、停電に対処すべき立場に自分が立たされて、何が危険になりうるのか想像できないことが一番怖かった、事故に対処する時の現実の全体像や脈略を把握するのに有効である、製鉄所特有の用語がわかりにくい、2 人を組にして体験すると対話で検討することで知識が共有できて確実に理解が深まる、などがあった。

このソフトウェアは例題として製鉄所における停電時の対処を取り上げているが、個別の失敗体験を通じて、危険予測への一般的な暗黙知に展開するように配慮されている。つまり、今後はこの他にも、一般的な暗黙知が存在するような事例として、製鉄に限らず、機械、電気、半導体など、例題の範囲を広げていくことでより充実した学習成果が得られるようにする。また、問題のインシデントが発生してからの事態を時系列に見ていく順演算だけでなく、望ましくない事態を予め想定しそのための予防を検討するような逆演算もゲームの中に取り入れて、危険予知能力の向上を目指す。さらには、失敗事態と経営収支との連動、問題対処のリアルタイム化、間違った選択をしたときのガイダンス機能などが、今後の課題としてあげられる。

### 3-3 創造設計演習における失敗予知・回避手法の開発

創造の過程で発生する失敗には、人間特性・組織特性が深く関与していると推察される。過去の知見を活用して、失敗を事前に予測したり、上手に回避したりすることができれば、失敗が減って成功の創造に転じるとともに、当事者のみならず一緒に作業を行うチーム、あるいは組織にとっても有益である。そこで、創造的な作業を遂行する過程における失敗に着目し、チームとして失敗を防ぎつつ創造的な作業を成し遂げるための予測・診断方法について検討を行った。

本研究では、新しいものに挑戦する時の失敗として、エンジニアが冒す失敗に着目した。そこで、東京大学工学部に設けられている「創造設計演習（自ら考えたアイデアを工学的に記述し、その機能を技術的に具現化させる演習）」を実際に観察・分析し、学生 80 名（40 チーム）における創造と失敗との関係を分析した。

この際、可観測性を有するパラメータとして、表 3-1 に示す 3 つのパラメータを準備し、観測・統計的分析を通して、それらの関係を検討した。

この結果から以下に示す 2 つの知見が得られた。

### 個人およびチームと、創造性・失敗対応力との関係式の明示

演習の結果から得られた関係式を図 3-3 に示す。これは、一般的に提示される式であるが、個人およびチームと、創造性・失敗対応力との関係は、個人の課題設定力とチームの問題解決力との積である、と言われている。しかし、実験結果から、チームの課題解決力の寄与する部分が大きいことがわかった。

本研究で実験した個人の課題設定力とは、一言でいうと、知識・センス・やる気といった個人の内的な要因である。これらの要因は、チーム作業で相乗効果を及ぼしたり、互いに打ち消しあったりすることがある。そのため、個々の要因が発揮しやすい組み合わせ、例えば創造力の高い人と協働力の高い人の組み合わせ、意欲・興味の高い人がメンバを牽引する組み合わせなどを考える必要があろう。

実験結果を図 3.4 に示す。事前予測として心理テストを行い、その結果を主成分解析したところ、第 1 主成分がやる気（40%の寄与率）で第 2 主成分が他人任せ（40%）であった。一般的に創造性はやる気があって他人任せにしない第 4 象限のところに、創造的な作品を生む学生（●■の記号）が多いはずだが、その傾向はなかった。あとチームとして組み合わせも分析したが相関はなかった。このような原因で図 3-4 が得られたが、欧米の大学でも心理テストによるチーム分けがためされており、今後もテスト自体を開発してやる気を計測したい。あとで事前予測結果を個々の学生の性格と比べてみたところ、他人任せの性格は予測できるが、やる気はその演習当日のそれを示しておらず、予測できないことがわかった。また、“創造的”な演習といっても、2 週間程度の短期的な演習で、しかもアイデアをインターネット検索で調べて模倣しやすいということもわかった。

### 失敗予測ポイントの明確化

図 3-3 式で示した関係式のチームの課題解決力とは、チームメンバの相互のやり取りによる活性化と失敗体験の共有であり、作業遂行中の外的要因によって大きく左右される。特に、インストラクタの存在は大きく、動機付けの影響が大きいことを示している。特に、作品との相関が大きい「チームの課題解決力」を正確に観察することができれば、失敗予測の精度も高めることができる。

チームの課題解決力を構成する各能力は、客観的に本研究では図 3.5 に示すように、わかりやすい。失敗予測に必要なものは、特別な知識や性向ではなく、ごく基本的な要素である「チームの活性度（意欲、コミュニケーションの活発さ）」に他ならないことが、改めて確認できた。作品の独創性は、チームの取り組み意欲と高い正の相関があり、作品の完成度は、チームの意欲・失敗経験・コミュニケーションと高い正の相関があった。これらのパラメータ自身も互いに正の相関関係にあり、相乗効果を生んでいる。

## 3-4 失敗の社会的影響度の定量評価手法の開発

近年、事業者が不正を行い、利益を得ようとしたような不祥事が明らかになった時、社

会的に強い制裁を受ける事例が増加している。また、危機管理の観点から、失敗を起こした場合には、早急に正確な情報を公開するような対応が重要であることが指摘されている。しかし、失敗をしたり、失敗を隠したりすることで出費を免れた利益（ベネフィット）と、失敗が明らかになった結果として支払うことになった代償（損失、コスト）とについて定量化して議論されている例はほとんどない。

本研究では、当該企業が各失敗事例において、失敗をしたり、失敗を隠したりすることなどの不祥事により得た利益と、失敗が明らかになった結果として支払うことになった損失を比較した。つまり、失敗により得られた利益と失敗による損失は以下のように定義し、評価を行った。

- ・ 失敗利益：事業者が不正を行い得た利益や事故等の失敗を防ぐための投資を惜しんだ金額を失敗利益とした。これらの評価計算は、公開情報から得られた情報や、実際に発覚したあとの損失などに基づいて推定した。
- ・ 失敗損失：事業者が不正や事故の発生等の失敗をし、これが明らかになった結果として受けた損失として定義した。失敗損失の評価は主に、失敗が明らかになった時点からの株価総額や売上額の減額分で行った。

近年の事業者における失敗事例を 21 事例とりあげ、各々に対して失敗利益額と失敗損失額を求めた結果が図 3-6 である。このグラフは両軸を対数でとった対数グラフであり、グラフの左上へ行くほど失敗損失額が失敗利益額に比して大きくなり、逆に右下へ行くほど失敗損失額が失敗利益額に比して小さくなることを示している。

各事例の失敗利益額と失敗損失額について実際に算出し、比較することで、以下のような知見が得られた。

- ・ 食肉偽装や利益供与などの不正に関わる民間企業の失敗は、社会的な批判が強いために失敗損失額が失敗利益額に比して大きい。失敗損失額は事前の我々の想定よりも大きく、失敗損失額が 100 倍から 10000 倍近くになっている。すなわち、不正に利益を追求すること等の失敗は結果として大きな代償を支払うことになるのだから、決して行うべきではない。
- ・ 電力や鉄道などの公共的サービスは、利用者には選択の余地が小さいため、失敗損失額と失敗利益額が均衡している場合が多い。つまり、事故後も利用せざるを得ないのである。このような事業に対しては、各主体の自助努力が必要であると同時に、適切な規制や監督を行うことで失敗を起こさない方向に導く必要がある。

このように、失敗のコスト・ベネフィット評価を行うことで、失敗を起こしたり、隠したりすることが経済的な結果として見合わないということについて、定量的に明示できた。

#### 4 プロジェクト終了時に期待される成果

本研究では、失敗知識を活用するための社会技術システムとして、失敗知識マネジメントシステム（FKMS）の構築を目指している。

従来、経験的に行われてきた失敗知識の活用形態は、主として自然災害や事故を教訓としてその原因を究明し、技術システムやその運用を改善していくというものであった。この取り組みにおいては、対象は局所的な問題に限定され、とりうる対策も技術的側面に限られてしまう。例えば、最近の SARS のような新伝染病や、暴力的またはサイバー的なテロの回避には、従来のデータベース検索や役所主体の行政指導では対処できない。しかし、それぞれ現代社会のさまざまな場面で局所的に発生している失敗には、多くの共通する要因や社会構造に根ざすものもあることがわかってきた。そこで、失敗知識をさらに有効に活用していくために、それらの失敗を分類して考える。その分類の中で、共通な失敗知識を他に敷衍できるように共有化や水平展開したり、失敗知識が有効に活用されない状況での阻害要因を究明したり、技術的努力だけではなく動機付けで活用を鼓舞するための法律、保険制度、マスコミュニケーション等の社会システムの改善などを明らかにしたりする。

なお、このシステムは、本来であれば、社会全体が活用していくような社会インフラコンポーネントに相当するものであるが、研究の開発費や期間の制約上、本研究では FKMS の基本設計とプロトタイピングの作成を当面の目標とする。本格的な実装は、科学技術の安全政策的面からの措置が講じられることに期待したい。

## 5 今後の研究計画

### (1) 平成 15 年度の計画

平成 15 年度は、平成 13 年度、14 年度の研究成果を踏まえ、世界中に多数存在して有効に利用されている失敗知識アーカイブ群（例えば、科学技術振興事業団の失敗知識データベース、災害危険度マップや交通事故発生頻度マップ、犯罪発生マップなど）を分類して、その有効活用を念頭に置いた整理、構造化を行う。

社会において失敗知識を有効に活用しようとする場合、その知識の特性に応じて、いくつか異なる取り組みが要求される。実際、現在存在する様々な失敗知識アーカイブ群を調べてみると、それぞれがその特性に応じ工夫を施していることがわかる。現在、これらの形態を分類するため、図 5-1 に示すように次の 3 つの座標軸を設定した。この中で特に、失敗事象に対する対処を考える場合、座標軸 ① の失敗事象への関与度は重要であり、軸の正負によって、失敗原因を能動的に改変しうる社会技術システムの提供者と、受動的な立場の利用者とに分けられる。

- ・座標軸 ①：失敗事象の体験度（一生に一度体験するかどうか）
- ・座標軸 ②：失敗事象の想像度（非専門家にとって、事態を想像できるかどうか）
- ・座標軸 ③：失敗事象への関与度（失敗事象の原因をコントロールできるか）

なお、社会技術システムの提供者とは、失敗原因に直接関与し同時にその影響を受ける人であり、たとえば研究者、技術者・設計者を初めとした、各分野の専門家や管理者などで、自然災害の観測者なども含まれる。また、社会技術システムの利用者とは、消費者や一般市民であり、メーカーが開発、製造、制度化した技術や社会基盤の失敗による影響を受

ける者、または自然災害等の影響を受ける者も含まれる。

失敗知識アーカイブ群の構造化は、まず、図 5-2 に示すように座標軸 および により、失敗事象を 4 つの象限に分類した。以下に 4 象限ごとに分類例を示す。

1) 第 1 象限：日常的な類似失敗

想像可・体験可→自分の状況とよく似た知識をデータベースで学ぶ：自動車事故、空き巣、食中毒、製品故障など

2) 第 2 象限：未知の失敗

想像不可・体験可→失敗自体が何なのか、現在は予知できないが、共通的な対策を学ぶ：薬害、新伝染病、環境ホルモンなど

3) 第 3 象限：想像を超えた失敗

想像不可・体験不可→失敗の現象を可視化して想像できるようにして学ぶ：戦争、テロ、原子力事故など

4) 第 4 限：非日常的な失敗

想像可・体験不可→非日常的な知識を語り部が実体的に話して模擬体験で学ぶ：鉄道事故、大地震、津波など

さらにそのアーカイブが誰（すなわち、社会技術システムの提供者か利用者か）に向けて構築されているものであるかを考慮して、座標軸 によって、8 つのセクションを得る。このような構造化作業を踏まえたうえで、失敗知識アーカイブの実際の活用形態についての次の観点から検討する。

失敗知識を有効に活用するためには、失敗事象を精度良く予測するだけでなく、その上で効果的な回避策を理解して実行する必要がある。失敗事象の予測には主に、情報処理システムが重要な役割を担う。しかし効果的な回避策が実行されるには、それを国民に動機付け、促していく社会制度上の枠組み（図 5-3）が必要となる。たとえば、東海地震が技術的に精度良く予測できたとしても、実効性のある地震警報が発令されるには、法律や保険、報道をはじめとした社会制度の整備が必要である。これらの情報処理システムおよび社会制度設計に対する実際の要求機能は、上記に整理した失敗知識アーカイブ構造の 8 セクションによって異なるものとなる。

こうした概念検討により、各象限ごとに失敗知識を有効活用する FKMS（情報処理システムおよび社会制度）に対する機能要求を検討する。

## （ 2 ）平成 16 年度以降

平成 16 年度以降は、上記の概念検討を踏まえ、FKMS の基本設計およびプロトタイプシステムの構築を行うとともに、FKMS システムの有効性を検証する。すなわち、プロトタイプを、試験的に実装し、有効性を評価する。その際に、平成 15 年度の既存のアーカイブの利用実態の調査結果を踏まえて、効果的な FKMS の条件や実装方法を反映して再構築する。なお、プロトタイプの試験検証は、一般社会に実装して行うには規模や完成度の点

では不十分であるため、閉じた社会、たとえば、企業内のある事業部に対して、利用状況や利用の効果、実装上の課題や改善点などをアンケートで調査する。最後にこれらの検討結果を、実装すべき社会技術システムとして提言する。

## 6 過去に発表した研究成果及び自己評価

### 6-1 研究成果

失敗学研究グループの研究成果(前述の 3-1 から 3-4 まで)は、機械学会誌の連載講座「失敗を活かす」に平成 15 年 1 月号、5 月号、8 月号、11 月号に順次掲載中である。また、法律雑誌「JURIST」平成 15 年 6 月号の特集「科学技術と安全法規制」に「事故調査と責任追求 - 失敗学の観点から」を掲載している。

さらに、学会や企業研修での講演活動、組織の失敗活用システムの構築のコンサルティングなど、多数の活動を実施してきた。平成 15 年度の主な講演・研修例として、日本学術会議「安全工学シンポジウム」、日本化学会、機械学会、消防庁、防衛庁、東京都交通局・水道局、鉄鋼協会などで行った。

### 6-2 自己評価

現在、日本の社会や組織は、失敗に対して失敗知識を収集し、組織で保有されている形式知をいかに活用するのかに目を向けはじめ、そのノウハウを学ぼうとしている。欧米では事故調査主体の組織が日本より進んでいるといわれているが、実際は航空事故や鉄道事故、化学事故で長くて 30 年前に、医療過誤で 10 年前に、それぞれ始めたにすぎない。長い国民の文化として醸成されたというよりも、保険金や賠償金の高額化や、インターネットによる内部告発化、会社経営の株主に対する透明化、などの副産物として、失敗事例の明示化がすすんだという傾向が強い。日本でも、医療過誤の裁判や自動車などの製品クレーム、会社経営の経営指標の透明化などで、急速に欧米に近づいているのも事実である。

このように、失敗学研究グループの研究は、このような失敗知識活用への社会ニーズに則して進められており、しかもその研究成果は、着実に様々な産業界の組織や個人に対してフィードバックされ、浸透しつつある。このような点から、本研究は、現段階でも十分に安全な社会システムや技術システムへの改善に貢献していると評価している。今後研究が進展し、社会技術システムとしての実装が達成されれば、安全・安心社会の構築に資するものと確信する。

【図表】

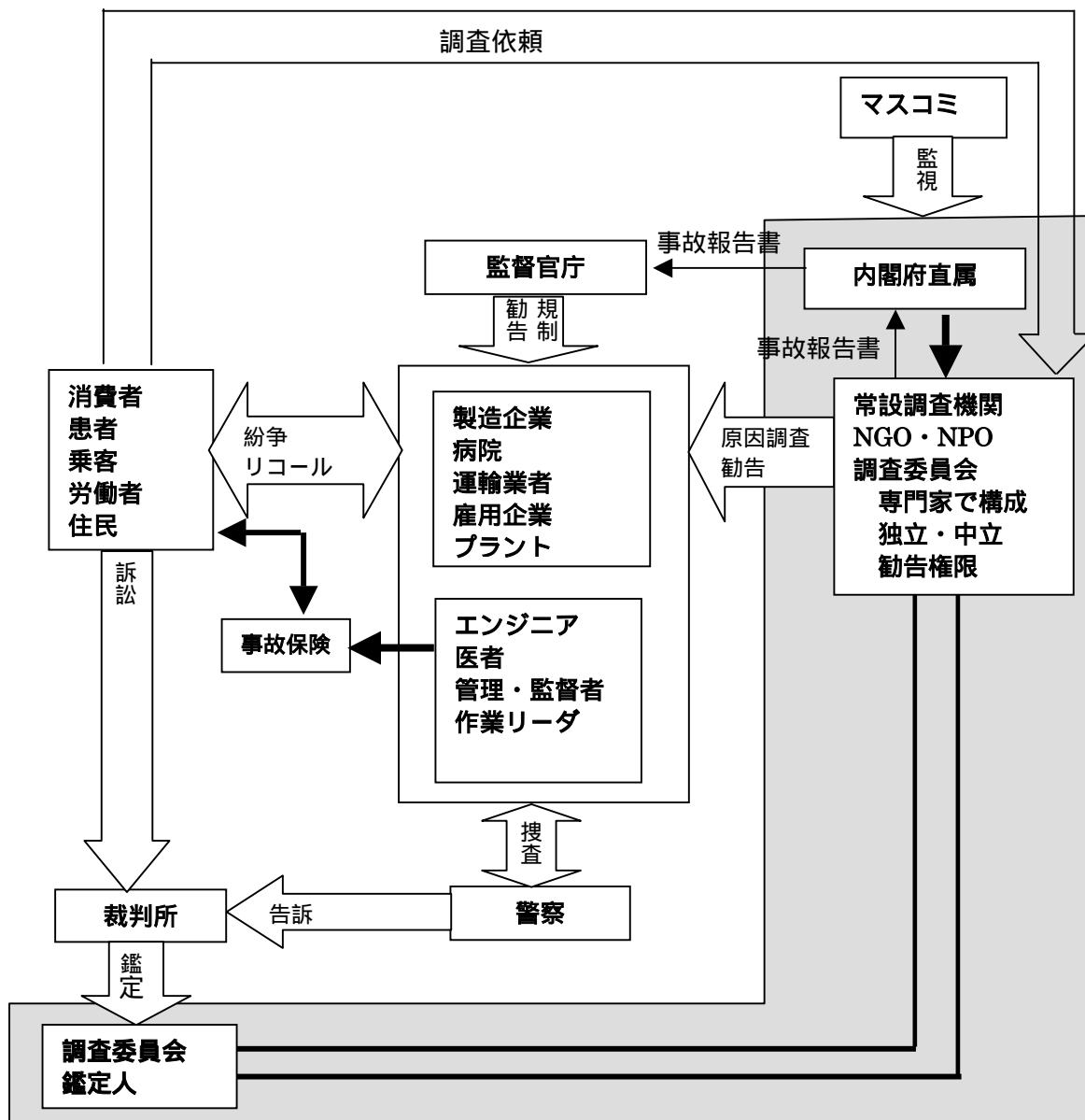


図 3-1 失敗知識を循環させる社会的仕組みとしてのあるべき姿

表 3-1 失敗予測のために観測したパラメータ

| パラメータ                  | 内容と計測方法                                                                                                                                                                                                          |
|------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 個人の性向の評価<br>【個人】       | 個人の創造や失敗に影響を及ぼすと思われる因子として、創造性、エゴグラム、数量的理解度、戦略性、リスク志向性、失敗経験を選出し、各個人の能力を計測・評価した。計測は、事前に筆記式の診断テストとして実施した。                                                                                                           |
| チームの作業遂行能力の評価<br>【チーム】 | チームでの作業遂行プロセスの状況を評価する因子として、チーム意欲、遂行中の失敗、チームワークを選出し、各チームの能力を評価した。観測は、担当教官の観察によって実施した。                                                                                                                             |
| 作品の評価<br>【アウトプット】      | <p>チームで製作した作品を評価した。評価指標は、独創性および完成度とし、担当教授 / 教官で 10 段階に評価した。</p> <p>独創性：「以前に製作された作品にはない発想に基づいて設計されていて、履修している他の学生が驚いたり感心したりするような個性的な仕掛け・性能等を有している」</p> <p>完成度：「設計段階で要求されていた機能が作品の中に満たされており、その性能が確かに再現性良く働いている」</p> |



図 3-2 問題発生時の画面

$$\text{創造性・失敗対応力} = f(\text{個人の課題設定力}) \times g(\text{チームの問題解決力})$$

失敗に影響する  
パラメータ  
と予測可能性

- ・ 知識
- ・ 創造性、リスク志向性
- ・ 協働作業への適性
- ・ 意欲(課題への興味)
- テストにより、ある程度把握可能
- 能力を発揮するかどうかは予測できない

- ・ チーム役割分担
- ・ コミュニケーション
- ・ 失敗体験
- ・ 意欲(やり抜く力)
- 観察により把握可能
- 遂行中にチームパフォーマンスは変化
- インストラクターの介入によっても変化

図 3-3 個人およびチームと、創造性・失敗対応力との関係式

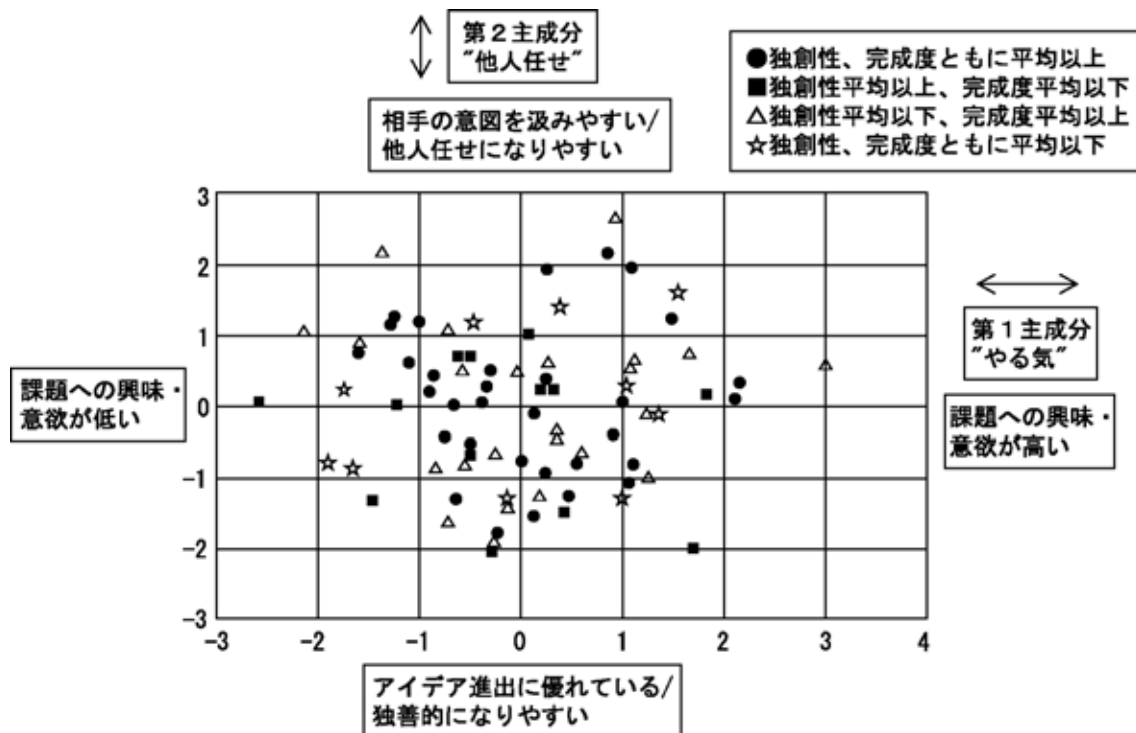


図3-4 学生の主成分得点と作品評価との関係 (n=80)  
(相関が何も見えない……)

|               | 独           | 完            | コミ          | 意欲   | 良い<br>失敗 | 悪い<br>失敗 | 影響しない<br>失敗 |
|---------------|-------------|--------------|-------------|------|----------|----------|-------------|
| 独創性           | 1.00        |              |             |      |          |          |             |
| 完成度           | 0.19        | 1.00         |             |      |          |          |             |
| コミュニケーション     | 0.19        | <b>0.44</b>  | 1.00        |      |          |          |             |
| チーム意欲         | <b>0.35</b> | <b>0.39</b>  | <b>0.64</b> | 1.00 |          |          |             |
| 成果に良い影響を与えた失敗 | 0.31        | <b>0.44</b>  | 0.28        | 0.26 | 1.00     |          |             |
| 成果に悪い影響を与えた失敗 | -0.20       | <b>-0.44</b> | -0.24       | 0.03 | -0.23    | 1.00     |             |
| 成果に影響しない失敗    | 0.12        | -0.01        | <b>0.33</b> | 0.22 | -0.20    | -0.03    | 1.00        |

(太字は95%で有意差が生じている関係を示す)

図3-5 課題遂行プロセスと演習結果との相関(チームごとに評価した)

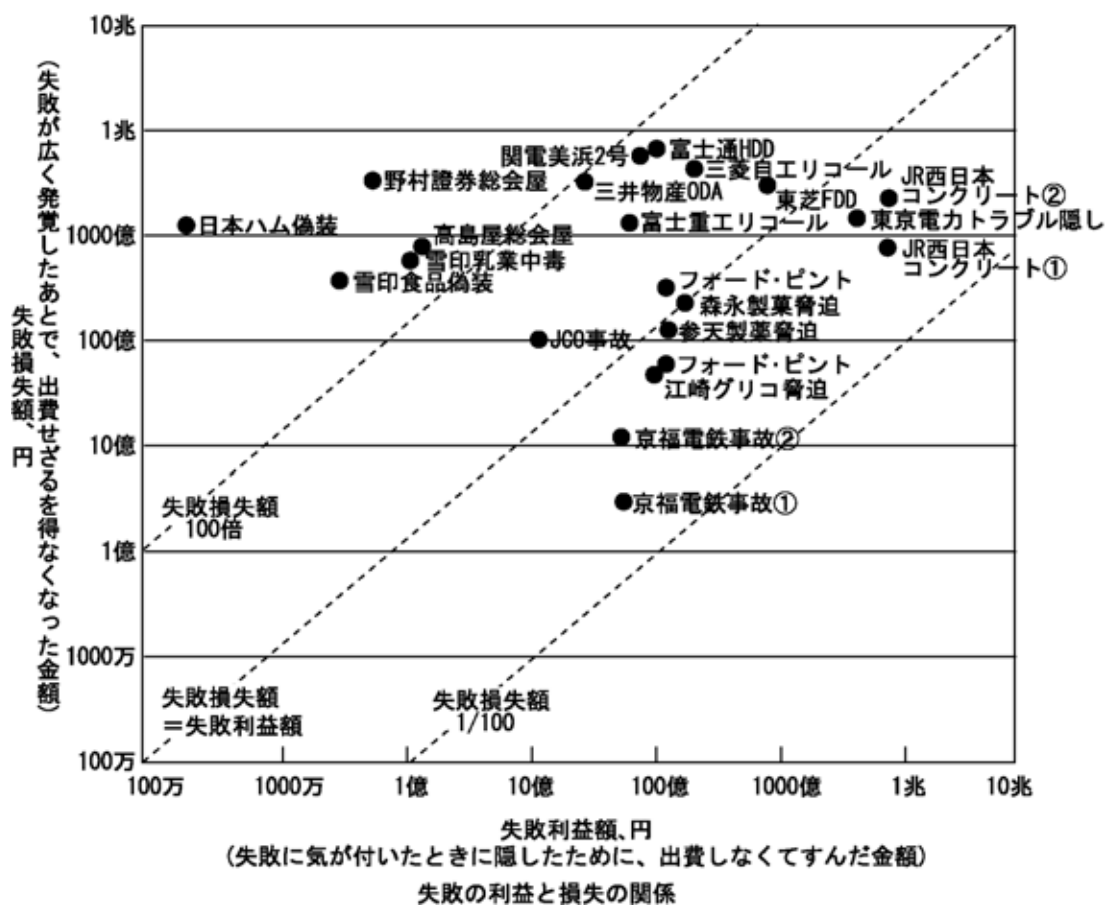


図 3-6 失敗事例におけるコストとベネフィットの比較

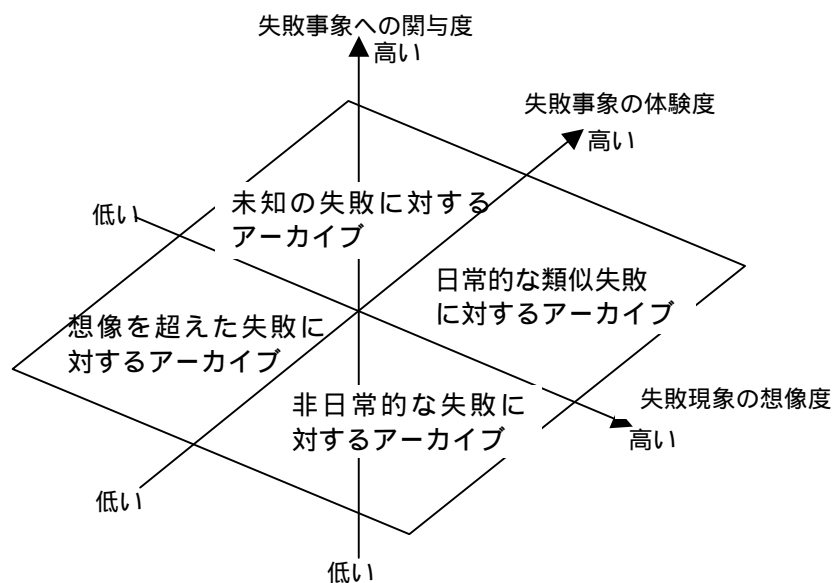


図 5.1 FKMS における収納される失敗知識アーカイブ群の分類イメージ

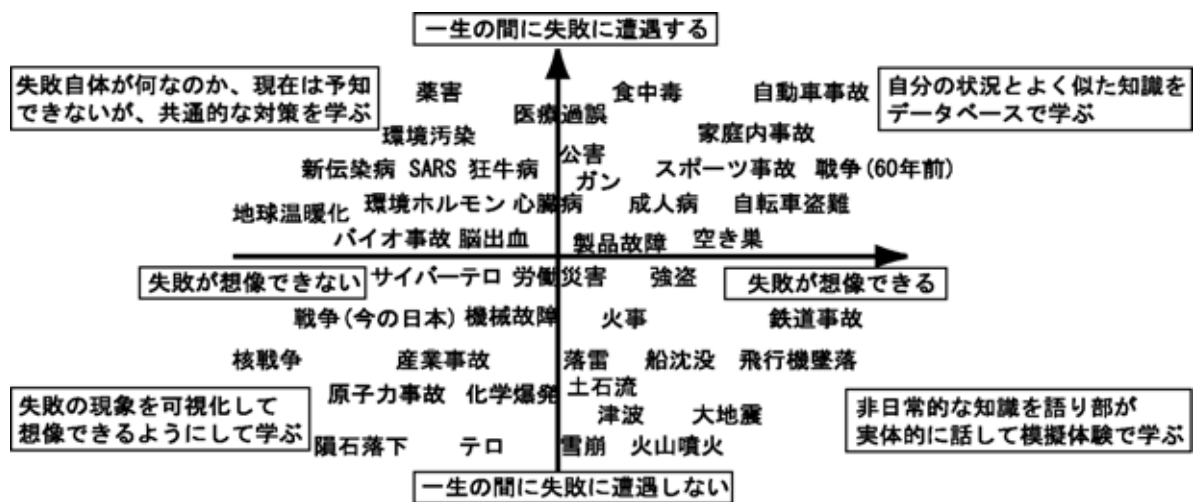


図5-2 失敗の知識を再利用をする方法は象限ごとに異なる

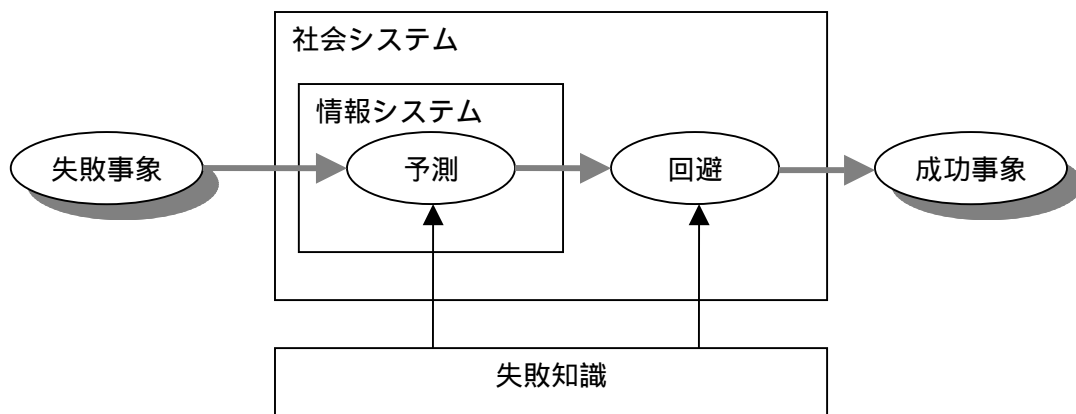


図 5-3 失敗回避を促進する社会制度上の枠組み