

平成17年度
人間・組織等安全解析調査等
に関する報告書（5／5）

人間・組織面からみた事故等調査・分析
及び教訓の整備

平成18年7月

独立行政法人 原子力安全基盤機構

本報告書は、独立行政法人 原子力安全基盤機構が
実施した業務の成果をとりまとめたものです。

本報告書の複製、転載、引用等には、当機構の承認が
必要です。

目 次

要約

I 序 論	I-1
1 事業目的	I-1
2 事業計画	I-1
3 本報告書の記載範囲	I-3
4 実施体制	I-4
II 本 論	II-1
1 事故事例の収集・分析	II-1
1. 1 目的	II-1
1. 2 概要	II-1
1. 3 実施結果	II-2
1. 3. 1 事例の収集	II-2
1. 3. 2 事例の分析	II-6
(1) 原子力分野における事例の分析結果	II-6
(2) 航空分野における事例の分析結果	II-27
(3) 鉄道分野における事例の分析結果	II-59
2 無事故組織に関する情報収集と分析	II-82
2. 1 目的	II-82
2. 2 概要	II-82
2. 3 実施結果	II-82
2. 3. 1 無事故組織に関する情報収集	II-82
2. 3. 2 無事故組織の分析	II-85
3 教訓の抽出と一般化による再整理、及び教訓の分類	II-90
3. 1 目的	II-90
3. 2 概要	II-90
3. 3 実施結果	II-90
3. 3. 1 巨大システム事故分析研究会の設置	II-90
3. 3. 2 原子力・航空・鉄道分野における近年の状況	II-92
3. 3. 3 各分野に共通する巨大システムの課題	II-115
3. 3. 4 事故・トラブル事例の教訓抽出と整理	II-134

Ⅲ 結 論.....	Ⅲ- 1
1 成果.....	Ⅲ- 1
2 まとめ.....	Ⅲ- 2

添付資料

1. 事例分析に使用した参考資料一覧
2. 無事故組織に関する情報抽出結果

要約

本報告書(5/5)は、人間・組織等安全解析調査等事業の実施項目、「①トラブル事象等の人間・組織の調査分析に基づく知見・教訓の蓄積、②人間・組織面の過誤データベースの整備、③原子力安全文化の組織内醸成と定着化の基盤整備、④中央制御室等の人間工学的評価に関する規定の検討、⑤人間・組織面からみた事故等調査・分析及び教訓の整備」のうち「⑤人間・組織面からみた事故等調査・分析及び教訓の整備」に関して平成17年度に実施した内容について報告する。また、①、②、③、④については報告書(1/5)、報告書(2/5)、報告書(3/5)及び報告書(4/5)で報告する。

平成17年度の実施内容は、「事件事例の収集・分析」、「無事故組織に関する情報収集と分析」、「教訓の抽出と一般化による再整理、及び教訓の分類」の3項目について実施した。

以下に実施した要旨について報告する。

1. 事件事例の収集・分析

原子力分野、航空分野、鉄道分野、宇宙開発システム分野、化学工業分野、情報技術システム分野、その他分野の事件事例を調査対象とした。

調査事例のうち、今年度は、原子力分野(26件)、航空分野(20件)、鉄道分野(15件)について分析を実施した。

2. 無事故組織に関する情報収集と分析

1977年から2005年まで29回実施された(社)日本化学工業協会の安全表彰制度において安全賞・安全努力賞を受賞した148事業所の安全対策・安全活動の内容を抽出して分析を行った。

分析の結果、「安全方針・目標等を浸透・実践させる仕組み作り」、「方針・目標等浸透度合いに関する評価の実施」、「安全方針・目標の策定」の3項目を実施している事業所が多いことが分かった。

3. 教訓の抽出と一般化による再整理、及び教訓の分類

巨大システム事故分析研究会を計5回実施した。そのうち第1回～第3回までは、原子力、航空、鉄道の各分野の専門家による事件事例等のプレゼンテーションを行い、

抽出すべき教訓について参加者による活発なブレインストーミングを行った。

第4回、第5回は、第1回～第3回の内容に（1）で抽出した教訓の内容を加えて整理した「各分野に共通する巨大システムの課題」についてやはり参加者による活発なブレインストーミングを行った。

それらの結果を受けて、「各分野に共通する巨大システムの課題」及び「巨大システムに共通する教訓一覧」を抽出した。

それぞれの分類項目としては、A. 運用・管理システムの現場における課題／教訓、B. 運用・管理システムの経営等に関する課題／教訓、C. 技術システム（施設・設備）に関する課題／教訓、D. 巨大システムをとりまく社会システムに関する課題／教訓、の4つを提示した。

I. 序論

1. 事業目的

原子力施設等の高い安全性・信頼性を確保していくためには、設備・機器等のハード面の対応に加え、安全設計・管理におけるソフト面での対応を充実させる必要がある。

特に近年、もんじゅ事故、JCOの臨界事故、東京電力不正問題、関西電力美浜3号機二次系配管破損事故等に見られる安全文化の脆弱・欠如等、組織としての対応に不適切な事例が継続して発生しており、原子力全体の安全性・信頼性が問われる事態となっている。

こうした状況を踏まえて、原子力施設等における人間・組織面の安全性・信頼性を阻害する要因について国内外の事例などの情報を収集・整理・検討し、我が国の実情に適した判断指針等の整備を行うことによって、原子力の安全性・信頼性の確保を図る。

2. 事業計画

事業の計画については、次に示すとおり中期目標、中期計画に基づきそれぞれの年度に計画を策定している。

平成15年度から平成18年度までの3.5ヵ年の中期目標である「原子炉施設等におけるトラブル事象等において、人間・組織面の問題点等に関し調査、分析等を行い、併せてこれらの対策に係る評価手法の検討、作成を行う。また、これらの活動に関する情報の収集・提供を行う。」に基づいた中期計画を以下に示す。

中期計画：次に示す3項目の調査分析等を実施し、人間・組織に係わる知見を得るとともに国が対応すべき課題を明らかにし、検討した成果を原子力安全・保安院に提供する。

① トラブル事象等の人間・組織の調査分析に基づく知見・教訓の蓄積

継続的に、国内外のトラブル事象等（ヒヤリハット事例、良好事例、検査報告書等含む）から人間・組織面での知見、教訓等を整理、蓄積し、課題を明らかにするとともに、その対策に係わる評価手法を検討・作成する際の基礎データ、評価データとして活用する。

② 原子力安全文化の組織内醸成と定着化の基盤整備

原子力安全文化が事業者の組織の中に醸成し、定着を図ることができているか確認できる「安全文化の理解と評価のための手引き」を作成し、品質保証システムの中で安全文化の有り様を原子力安全・保安院がモニタリングする際に役立てる。

③ 中央制御室等の人間工学的評価に関する規定の検討

中央制御室は、設備環境・人間環境等の諸因子を考慮した設計が要求されることから、これを評価する判断材料を調査、検討し、原子力安全・保安院が確認すべき項目を整理の上、人間工学的評価の規定案を作成、提供する。また、最近のトラブル事象等が起動／停止時及び停止中に発生していることに鑑み、中央制御室のシステムの運用管理について、人間工学的評価に関する規定案へ反映する。

上記を受けて、平成17年度の事業は以下のとおり計画した。

① トラブル事象等の人間・組織の調査分析に基づく知見・教訓の蓄積

- ・ 国内外の人的要因事例等を分析し、再発防止対策、規制への反映事項及び教訓を抽出しデータの蓄積を行うとともに、重要な事例は教訓集に整理を行う。
- ・ ヒューマンファクターの分析方法について整理を行う。また、蓄積したヒューマンファクター事例と保安規定等との関連の整理を行う。

② 人間・組織面の過誤データベースの整備

- ・ 人間・組織面の過誤データについて、データ収集及び評価に関する要件を調査、検討する。

③ 原子力安全文化の組織内醸成と定着化の基盤整備

- ・ 事業者を評価するための手引き原案に基づき、日常の保安活動等で確認できる仕組みを検討し、手引を作成する。
- ・ 安全文化に係る評価項目・評価方法等について知見を整理、検討し、国際協力としてOECD/NEA SEGHOFFの活動に参画する。
- ・ 技術的能力の確認に必要な事項について特に安全文化・組織風土劣化防止面の要件等と比較評価し、組織マネジメントの観点からの技術能力の確認要件の絞込み等の検討を行う。

④ 中央制御室等の人間工学的評価に関する規定の検討

- ・ 前年度までに作成した規定案の原案を用いて、既存の中央制御盤について監視、操作性の観点から検討を行い、実用性の評価を行う。
- ・ 中央制御室のシステム運用管理の規定案等に反映すべき要件に関し、最新知見に基づき評価すべき項目等の検討を行い、規定案の原案を作成する。
- ・ 前年度までに作成した審査向け規定案の原案を基に、使用前検査等のために必要な内容の調査・検討を行い、検査における着眼点、留意点の抽出、整理を行う。

平成17年度の期中には、JR西日本の列車脱線事故等、原子力産業以外でも人的・組織的要因に起因した社会的に影響が大きい事故、事件が発生していることに鑑み、緊急課題として航空、鉄道、化学プラント、宇宙開発、情報産業などの巨大システムを扱う他産業の事故等調査・分析を行い、共通の課題を教訓として再整理し、原子力分野及び規制へ反映するためのデータ整備として、

⑤ 人間・組織面からみた事故等調査・分析及び教訓の整備を開始した。

3. 本報告書の記載範囲

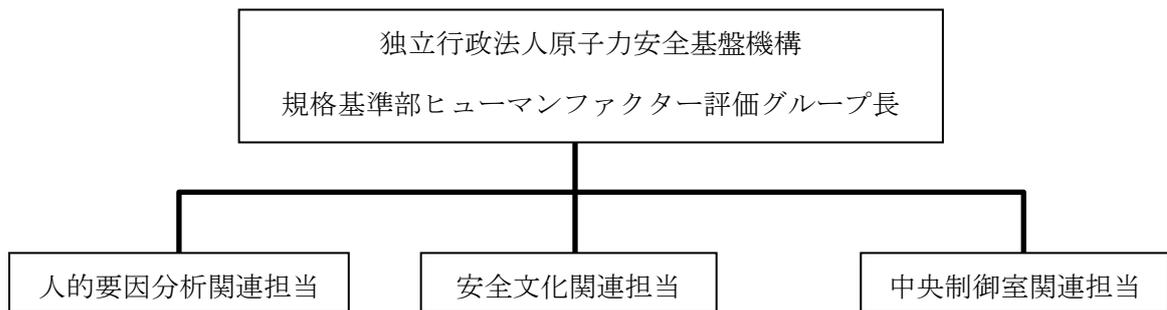
本報告書(5/5)は、人間・組織等安全解析調査等事業の実施項目「①トラブル事象等の人間・組織の調査分析に基づく知見・教訓の蓄積、②人間・組織面の過誤データベースの整備、③原子力安全文化の組織内醸成と定着化の基盤整備、④中央制御室等の人間工学的評価に関する規定の検討、⑤人間・組織面からみた事故等調査・分析及び教訓の整備」のうち「⑤人間・組織面からみた事故等調査・分析及び教訓の整備」に関して平成17年度に株式会社社会安全研究所に委託して実施した内容を踏まえて報告する。また、①、②、③、④については報告書(1/5)、報告書(2/5)、報告書(3/5)及び報告書(4/5)で報告する。

4. 実施体制

本事業は、規格基準部ヒューマンファクター評価グループが実施する。また、実施方法等については、学識経験者等によるヒューマンファクター検討会、安全規制における原子力安全文化（組織風土劣化防止）検討会での専門的な助言を受ける。

実施体制は以下のとおりである。

実施体制



II.本論

「人間・組織面からみた事故等調査・分析及び教訓の整備」について、平成17年度は、「事件事例の収集・分析」、「無事故組織に関する情報収集と分析」、及び「教訓の抽出と一般化による再整理、及び教訓の分類」の3項目について実施した。

以下に実施した内容について報告する。

1 事件事例の収集・分析

1.1 目的

現在は、原子力発電所や化学工場等の装置産業や、航空・鉄道など市民生活に密着した社会インフラ、先端的な技術を駆使した宇宙開発システム等において、巨大化・複雑化したシステムが稼動している。各分野とも、ひとたび事故・トラブルが発生すれば、その直接的な被害とともに、社会・経済に重大な影響を及ぼしうる分野であり、より高度な安全性が求められている。また、90年代以降のコンピューターの発展・普及により、上記分野のシステムがより複雑化されてきているだけでなく、例えば、2002年4月のみずほ銀行統合時に発生したシステムトラブルや、2005年11月の東京証券取引所のシステムトラブルによる半日間の取引停止等、情報技術システムのトラブルで被害をこうむる産業が多様化してきている。

各分野の事故・トラブルの検証結果をみると、それぞれの分野に特徴的な技術的な課題とともに、人的・組織的要因のように共通の課題として指摘されるものが多い。これら共通課題について分野横断的に検討を加えていき、巨大システムに生じている課題を解決していくために有効な方策を見出すことを目的として、本作業では、主に1990年以降に発生した巨大システムの事件事例の文献を収集し、収集した文献を基にヒューマンファクターの観点から発生要因の分析を行った。

1.2 概要

下記の技術分野において、1990年以降に発生した事件事例を調査し、教訓として整理するための主要な事件事例について、公開文献などから情報を絞り込んで収集した。

- (1) 原子力、化学プラント
- (2) 航空機、鉄道等の輸送システム
- (3) 宇宙開発システム
- (4) 情報技術システム

上記事故・トラブル事例から、本年度は主に原子力分野、航空分野、鉄道分野についての事例を分析対象とし、事例の分析・整理を行った。

1.3 実施結果

1.3.1 事例の収集

(1) 収集対象・収集方法

① 収集対象

本調査は、以下の分野の事件事例を調査対象とした。

- ・ 原子力分野
- ・ 航空分野
- ・ 鉄道分野
- ・ 宇宙開発システム分野
- ・ 化学工業分野
- ・ 情報技術システム分野(コンピューター、ネットワークシステム等)

② 収集方法

以下の方法で事例の情報収集を行った

- a. Web 上に公開されている事故情報やNPO 法人災害情報センター^{注1}が収集・作成している災害情報データベースを基に、近年発生した事故・トラブル事例を選択した。
- b. a.で選択された事例から、文献に基づく調査を実施するための基準として、5 つ以上の文献が公開されている事例を「分析候補事例」として選択した。
- c. b.で選択された事例のうち、本調査で事例分析対象とした原子力、航空、鉄道の3分野については、航空・事故調査委員会等の調査結果報告書のように各分野の技術的な要因とともにヒューマンファクター等の観点からも、総合的な調査分析が実施されている資料が存在する事例を選択し、「分析対象事例」とした。

(2) 収集結果

(1)で示した方法により、収集した「分析対象事例」(原子力、航空、鉄道)及び「分析候補事例」(宇宙開発システム分野、化学工業分野、情報技術システム分野、その他の分野^{注2})の収集結果を表1.1に示す。なお、「分析候補事例」とした分野についても、巨大システムの共通課題を検討するための重要な要素を含んでいると考えられるため、今後さらに対象を精査した上で分析していく必要がある。

注1 <http://www.adic.rise.waseda.ac.jp/adic/menu.html>

注2 各分野に当てはまらなかった事例3件を「その他の分野」とした。具体的には、1)高架橋建設現場での橋げた落下事故、2)一般廃棄物焼却施設における水素ガス爆発事故、3)送電線または変電所の50万ボルト系設備のトラブル、の3件

表1.1 分析対象事例及び分析候補事例一覧

区分	分野	件数
分析対象事例	原子力分野	26 件
	航空分野	20 件
	鉄道分野	15 件
分析候補事例	宇宙開発システム分野	138 件
	化学工業分野	552 件
	情報技術システム分野	209 件
	その他の分野	3 件

本調査において分析対象事例とした原子力分野の事例を表1.2、航空分野の事例を表1.3、鉄道分野の事例を表1.4に示す。

表1.2 収集事例一覧(原子力分野)

事例番号	年	月	日	内容
原子力 1	1989	1	6	福島第 2 原子力発電所 3 号機原子炉再循環ポンプ損傷
原子力 2	1991	2	9	美浜原子力発電所 2 号機蒸気発生器一次冷却水漏れ
原子力 3	1995	12	8	高速増殖原型炉「もんじゅ」ナトリウム漏洩
原子力 4	1997	3	11	動燃アスファルト固化施設爆発・火災
原子力 5	1997	4	14	ふげん重水精製装置循環ポンプフランジ部分からの重水漏洩
原子力 6	1997	11	20	日本原子力研究所ウラン濃縮研究棟火災事故
原子力 7	1999	12	10	敦賀発電所 1 号機シュラウド損傷
原子力 8	1999	9	30	JCO臨界事故
原子力 9	1999	7	12	敦賀発電所 2 号機 1 次冷却材漏洩事故
原子力 10	2001	10	31	高速実験炉「常陽」メンテナンス建屋火災
原子力 11	2001	11	9	浜岡原子力発電所 1 号機炉心冷却水漏洩事故
原子力 12	2001	11	7	浜岡原子力発電所 1 号機における配管破断による蒸気漏洩事故
原子力 13	2002	5	25	浜岡原子力発電所 2 号機ドレン配管漏洩事故
原子力 14	2004	8	9	美浜原子力発電所 3 号機蒸気発生器一次冷却水漏れ
原子力 15	2005	4	20	英国ソープ再処理工場使用済み核燃料溶解液漏洩事故

表1.3 収集事例一覧(航空分野)

事例番号	年	月	日	内容
航空 1	1990	2	14	インド航空(A320)高度設定ノブ操作ミスによる墜落事故
航空 2	1990	12	3	ノースウェスト航空(B727)と(DC-9)滑走路侵入位置誤認による地上衝突事故
航空 3	1990	1	25	アビアンカ航空(B707)燃料枯渇による墜落事故
航空 4	1991	2	1	フェアチャイルド・メトロライナーとUSエア(B737)管制ミスによる滑走路での衝突事故
航空 5	1991	5	26	ラウダ航空(B767)スラストリバーサー作動による空中爆発事故
航空 6	1992	1	20	エール・アンテール(A320)操作ミスによるボーージュ山脈墜落事故
航空 7	1992	7	31	タイ国際航空(A310)カトマンズ北部墜落事故
航空 8	1992	7	30	TWA 航空(L1011)JFK 国際空港離陸中断による火災
航空 9	1992	10	4	エル・アル・イスラエル航空(B747)エンジン脱落事故
航空 10	1992	12	7	中華航空(MD-11)タービュランス遭遇による機体左右の外側昇降舵損傷
航空 11	1993	4	18	日本エアシステム(DC-9)花巻空港着陸失敗
航空 12	1994	4	26	中華航空(A300)着陸時の操作ミスにより墜落炎上
航空 13	1995	12	20	アメリカン航空(B757)飛行運行システムの入力ミスによりアンデス山脈への墜落事故
航空 14	1996	6	13	ガルーダ・インドネシア航空(DC-10)離陸時の判断ミスによるオーバーラン事故
航空 15	1996	5	11	バリュージェット(DC-9)火災発生によるマイアミ近郊墜落事故
航空 16	1997	6	8	JAL(MD-11)志摩半島上空での機体乱高下
航空 17	1999	9	23	カンタス航空(B747)バンコク国際空港オーバーラン事故
航空 18	2000	2	28	JAS(MD87)羽田空港新 B 滑走路に誤認着陸
航空 19	2000	7	25	コンコルドエンジン火災による墜落事故
航空 20	2000	10	31	シンガポール航空(B747)台北・中正国際空港離陸失敗
航空 21	2001	1	31	JAL(B747)と(DC-10)管制ミスによるニアミス
航空 22	2002	7	1	バシキール航空機と DHL 貨物機 管制ミスによる空中衝突事故
航空 23	2003	2	20	JAS(A300)青森空港オーバーラン事故
航空 24	2005	6	5	ANA(B767)指定高度逸脱
航空 25	2005	4	29	JAL 羽田空港管制ミスによる誤着陸
航空 26	2005	3	16	JAL(B767)ドアモード変更忘れ

表1.4 収集事例一覧(鉄道分野)

事例番号	年	月	日	内容
鉄道 1	1991	9	30	ひかり 291 号 車軸固着
鉄道 2	1991	5	14	信楽高原鉄道線における正面衝突事故
鉄道 3	1992	6	2	関東鉄道取手駅構内衝突事故
鉄道 4	1993	10	5	新交通システム・ニュートラム南港ポートタウン線における無人運転電車の暴走
鉄道 5	1995	12	27	東海道新幹線こだま 475 号死亡事故
鉄道 6	1996	11	18	英仏海峡トンネル内列車火災事故
鉄道 7	1997	10	12	大月駅における特急列車と回送電車の衝突事故
鉄道 8	1998	6	3	ドイツ高速鉄道 ICE 脱線事故
鉄道 9	1999	6	27	JR 西日本新幹線トンネルにおけるコンクリート剥離
鉄道 10	1999	2	21	JR 東日本山手貨物線作業員事故
鉄道 11	2000	10	17	英国ハットフィールド列車脱線事故
鉄道 12	2000	11	11	オーストリアケーブルカー火災
鉄道 13	2000 2001	12 6	17 24	京福電車正面衝突(2回発生)
鉄道 14	2000	3	8	営団地下鉄日比谷線脱線事故
鉄道 15	2002	11	6	鉄道人身事故救助作業時に発生した消防職員の人身事故
鉄道 16	2003	9	28	JR 東日本中央線高架工事トラブル
鉄道 17	2003	2	18	韓国大邱(テグ)市地下鉄火災
鉄道 18	2005	3	15	東武伊勢崎線竹ノ塚駅踏切事故
鉄道 19	2005	4	25	JR 西日本福知山線脱線事故

1.3.2 事例の分析

1.3.1 で収集した原子力、航空、鉄道の各分野の事例について分析を実施した。実施結果を以下に示す。また、分析に使用した参考資料を添付資料－1に示す。

(1) 原子力分野における事例の分析結果

① 福島第2原子力発電所3号機原子炉再循環ポンプ損傷

日時:1989年1月6日(土) 4:20

場所:福島県双葉郡富岡町 福島第2原子力発電所3号機

被害:人的被害なし

概要:

福島第2原発3号機(BWR、定格出力110万kW)は、1月1日19時2分、出力103万kWで運転中に1台の原子炉再循環ポンプ(B号機)の振動値が上昇し警報が発信したため、ポンプの回転数と出力を下げた運転を継続したが、1月6日4時20分、再び同ポンプの振動が大きくなり警報が発信したため、18時55分に当該ポンプを停止し、翌7日3時47分に原子炉を手動停止した。なお、この事象による外部への影響はなく、国際原子力事象評価尺度(INES)ではレベル2相当にあたる。

要因:

事故後の調査の結果、原子炉再循環ポンプの水中軸受やポンプ回転部が破損し、大量の金属粉が原子炉圧力容器等に流入しており、当該原子炉はその後2年間にわたって運転を停止せざるをえなかった。原因は、水中軸受けの溶接部分の強度不足であり、再循環ポンプ内の水中軸受けを支えるボルトが緩んで脱落し、軸受け自体が高速で回る回転羽根のうへに落下し発生した。このことを受けて、事故後、水中軸受けは強度上十分な余裕があることに加え、検査により溶接不良を検知できる「完全溶込み溶接型」または溶接部を有しない「一体遠心鑄造型」のものに取り替えられた。

一方で、再循環ポンプの回転数を変えたり運転状況を調整したりと、システムの異常を認識していながらも、原子炉の停止が遅れた。この背景には、経済的な損失を防ぐべく、事前に定められた1月9日からの定期点検まで運転を継続させたいという、組織的要因が指摘されている。

東京電力では、再発防止対策として以下を実施した。

- ・ 再循環ポンプの振動警報が発信したときは、その原因が検出器の誤作動や地震の影響によるものであることが明かな場合を除いて、直ちにポンプを停止するよう運転マニュアルを改訂した。
- ・ 設備の異常兆候が見られた場合は、夜間、休日を問わず、的確な対応措置が確実に講じられるよう、異常判断技術の開発及び実用化を含んだ体制を強化した。
- ・ 社内各層の安全意識向上に向けた研修等を、計画的に実施した。

② 美浜原子力発電所 2 号機蒸気発生器一次冷却水漏れ

日時:1991 年 2 月 9 日(土) 13:50 ごろ

場所:福井県三方郡美浜町 関西電力美浜原子力発電所 2 号機

被害:人的被害なし

概要:

福井県の関西電力美浜発電所 2 号機で、運転中の加圧水型原子炉の蒸気発生器の伝熱細管が破断して、一次冷却水約 55 トンが二次側に漏洩し、非常用炉心冷却装置(ECCS)が作動して原子炉が緊急停止した。この事故は、我が国ではじめて ECCS が作動した事故であり、国際原子力事象評価尺度(INES)ではレベル 3 相当にあたる。

要因:

事故の直接の原因は、熱交換器の伝熱細管の振動を抑制する振れ止め金具が設計で指示された位置に挿入されておらず、伝熱細管に異常な振動が発生してフレッキング疲労(金属同士が接触した状態での微動の繰り返しによる、接触部分への微少なすべりの発生及び損傷)による破壊を起こしたためである。

さらにその背景に以下のような要因が指摘されている。

- ・ プラントメーカーや電気事業者が、振り止め金具の役割を十分理解していなかった
- ・ 破損した細管は、保守点検時に点検の対象になっていなかった
- … プラントメーカーが当初作成した点検リストの元帳から漏れていたことに加え、以後も関西電力がリスト漏れに気づかず、また検査会社からも連絡がなかったことから、運転開始当初から一度も点検が行われていなかった。

③ 高速増殖原型炉「もんじゅ」ナトリウム漏洩

日時:1995年12月8日(金) 19:47

場所:福井県敦賀市 動力炉・核燃料開発事業団(動燃)高速増殖原型炉「もんじゅ」

被害:人的被害なし

概要:

12月8日、試運転中の高速増殖原型炉「もんじゅ」において、2次主冷却系配管部から液体ナトリウム約0.7tが漏洩し、火災が発生した。この事故で、ナトリウムの酸化物が2次主冷却系配管室床面に堆積し、一部がエアロゾルとなって当該配管室の周辺に飛散したが、原子炉は安全に停止されて炉心への影響もなく、放射能漏れには至らなかった。しかし、国内で初めてのナトリウム漏れであったこと、事故後の情報公開をめぐる同事業団の不適切な対応から、地元の住民をはじめ多くの国民に不安感及び不信感を与える結果となった。そのため、INESによる評価は当初レベル0であったが、安全文化の欠如などが加味されてレベル1とされた。

要因:

配管に取り付けられている温度計のさや管の設計が不適切であったため、温度計がナトリウムの流れによって疲労回復を起こし折損、そこからナトリウムが漏洩した。また、ファン付き換気ダクトが白煙の拡大を招き、広範囲にわたって火災報知器が発報した。事故原因は、さやの設計に際して考慮すべきカルマン渦(流れている流体中に物体が存在することでできる渦の列のことで、流れているナトリウムの中に温度計があることで渦が生じ振動が発生する)の流体振動のうち、交互渦による流れ直行方向の振動のみを評価し、対称渦による流れ方向の振動を加味しなかったことである。

その背景にあった要因について、以下のように指摘されている。

- ASME(American Society of Mechanical Engineers:アメリカ機械学会)規格では、1974年に交互渦による流れ直交方向振動について、また1991年に対称渦による流れ方向振動について規定しているが、日本の規格では流れ方向振動の追加規定が見落とされていた。
- 1983年に流体振動疲労を原因とした再循環ポンプの温度計破損事故が海外で発生し、1991年には関電美浜原発2号機で液体振動によるフレッチング疲労を原因とした蒸気発生器伝熱細管の破断事故が発生するなど、さやの段付き形状の応力集中は疲労破壊の原因になると明らかであった。しかし、当該原発では設計審査に不備があり、流体振動疲労の対策が不十分であった。

事故後に実施された改善策は、以下のとおりである。

- 動燃は、ナトリウム漏洩や火災抑制のための具体的な改善策を検討するとともに、事故時の対応のための体制整備及び自主保安の強化を図った。
- 科学技術庁立ち会い下で、2次系温度計の取り替えからもんじゅ全体の安全性総点検までを実施した。
- 1997年、動燃は温度計の流力振動防止のための設計指針を作成し、これをベースとして、1998年、日本機械学会は配管内円柱状構造物の流力振動評価指針を作成した。

④ 動燃アスファルト固化施設爆発・火災

日時:1997年3月11日(火) 10:06

場所:茨城県東海村 動力炉・核燃料開発事業団(動燃)アスファルト固化施設

被害:人的被害なし

概要:

3月11日、動燃アスファルト固化施設において、再処理(原子力発電所の使用済み核燃料を処理して燃料ウランとプルトニウムを得る工程)施設から発生する比較的放射能レベルが低い放射性廃棄物の処理溶液を、アスファルトとともにエクストルーダ内で脱水、混合し、ドラム缶に充填中、火災が発生した。水噴霧により火災は消火されたが、約10時間後の20時4分頃、充填したドラム缶を保存してあったエクストルーダ室で爆発火災が発生した。消火後の冷却が不十分であったことが原因とされる。

なお、発災時の運転は通常のものではなく、アスファルト固化体の容量を減らす(減容率の向上を行う)ための技術開発を目的とした運転だった。

爆発により建物や装置が被害を受けたほか、放射性物質の漏洩があったが、実害はでなかった。INESによる評価はレベル3であった。

要因:

火災に至る原因として、以下の事項が指摘されている。

- ・ 動燃では、アスファルト固化体を貯蔵する施設に余裕がなくなり、同じ量の廃液をより少ない固化体にする方策が検討されていた。
- ・ 固化体の量を減らすために、エクストルーダ内に供給する廃液の量を減らし、アスファルトとの混合物の密度を高める方法を取り、廃液の供給速度を減らした。
- ・ その結果アスファルトと混合物の温度が上昇しドラム缶内で遅い発熱反応の進展・蓄熱を経て両者の熱暴走反応を引き起こし、ついには空気とアスファルト化合物との燃焼反応が起き火災が発生した。

また、爆発の原因としては、消火の不十分さを指摘している。本来水噴霧は8分以上と規定されているにも関わらず、火が見えなくなったとして1分で水噴霧を終えてしまった。そのためアスファルト固化体充填室に置かれていたドラム缶内の冷却が足らずにアスファルト固化体から可燃性物質が発生、火炎がダクトを通じてエクストルーダ室に到達し、爆発が起こったものと推定されている。

また、事故の背景要因として、以下をあげている。

- ・ アスファルト固化法は、放射能の漏洩防止という観点からは適切な方法といえるが、化学安全という観点からは潜在危険が大きい。安全確保のためには、化学安全に関する知識をはじめ、運転に対する対応、また十分な設備が必要であった。
- ・ 動燃内での、技術情報の共有化が不十分であった。
- ・ 運転は下請け業者任せになっており、担当部署は現場から離れているため、運転状況を把握しておらず、問題意識が希薄化していた。
- ・ 協力会社社員の教育・訓練に対しての関与不足、従来と異なる運転計画を立てた場合の認証方法、また運転計画の変更に対する安全性の評価と認証などといった保安管理体制が不十分であった。

⑤ ふげん重水精製装置循環ポンプフランジ部分からの重水漏洩

日時:1997年4月14日(月) 5:33ごろ

場所:福井県敦賀市 新型転換炉ふげん発電所

被害:11名被ばく

概要:

新型転換炉ふげん発電所は、定格出力で運転中、重水精製装置建屋の重水精製装置Ⅱの循環ポンプ出口フランジ部に重水の微小漏洩が発生した。その結果、「スタックトリチウムモニタ放射能高」の警報が発信したため、重水精製装置Ⅱ及び同装置建屋の換気系を手動停止した。また、処理作業の際に作業員11名が被ばくした(身体影響がみられない程度の量の被ばく)。

要因:

事故は循環ポンプの出口及び入口配管のフランジ部に使用していたOリングが劣化し損傷したことにより漏洩が発生した。当該ポンプは循環液(アルカリ溶液)に接するため、耐アルカリ仕様のOリングを使用することとなっているが、一般仕様のものを使用していた。

また、この事象の背景に以下のような要因が指摘されている。

- ・ Oリング等消耗品の購入や使用が点検メーカーの自主管理となっていた
- ・ 発注時の使用の明記が不十分だった
- ・ 納品時にチェックシートを利用するなど、チェック体制が整備されていなかった

また、本事象は安全協定に定める異常事象であったが、自治体等関係機関への通報が遅れるなど、緊急時の情報伝達体制の不備が指摘されている。

⑥ 日本原子力研究所ウラン濃縮研究棟火災事故

日時:1997年11月20日(土) 01:15ごろ

場所:茨城県東海村 日本原子力研究所東海研究所ウラン濃縮研究棟

被害:人的被害なし

概要:

ウラン濃縮研究棟では、ウラン濃縮試験装置からウランを取り出す作業から得られるウラン屑と放射性廃棄物(布、紙、塩化ビニル等)を、それぞれ金属容器及びカートンボックス(紙製)に入れ、共に原子蒸気実験室に保管していたが、20日1時15分 ウラン屑を保管していた金属管の蓋が飛び、カートンボックス等に燃えうつり火災が発生した。直ちに消火砂等をかけて消火し、2時50分に鎮火を確認した。

この事象による外部への放射性物質の影響はなく、INESに基づいた評価はレベル1となっている。

要因:

事故の経過は、以下のように推定されている。

- 装置からウラン屑を取り出すうえでは、ウラン屑の表面を酸化させ化学的に安定な酸化ウランとすることで、保存中の酸化反応進展による事故を防止している。11月12日からその作業に加えて装置の除染作業を行っており、事故当日の作業の際、除染作業で使用した水が漏れ出て装置底部に残ったウラン屑が少量の水を被った。
- 水を被ったウランを、前日までの作業から得たウラン及びカートンボックスのすぐ近くに保存した。
- 水を被ったウランは、容器内で加水分解が進行、メタン・水素・アセチレン等の可燃性のガスが蓄積し、また酸化反応も継続しており、次第に発火点に達していった。
- ウラン水酸化物が容器内の空気と接触し発火、可燃性ガスの蓄積と圧力の上昇から容器の蓋がはずれ、容器外の空気とウラン水酸化物またはウラン金属が爆発的に燃焼。1m前後に飛散し、カートンボックスに火がうつり火災が発生した。

また、事故後にたてられた改善策から、背景要因が以下のように読みとれる。

- 発火性物質及び可燃性固体廃棄物の管理の不徹底さ
 - … 改善策では、発火性物質の管理の徹底と、廃棄物の即日保管及び仮置きする場合も含めた管理の徹底を定めている。
- 連絡体制の不備
 - … 改善策では、関係機関への第1報に際したマニュアルの整備及び情報を収集・伝達する要員確保について定めている。
- 初期消火活動の不十分さ
 - … 改善策では、火災報知器が作動した時点での現場関係者の出動の要請、IDカードが必要な立ち入り制限区域での自衛消防隊員の活動支援、及び火災通報にあたっての緊急回線119番の使用を定めている。

⑦ 敦賀発電所 1 号機シュラウド損傷

日時:1999 年 12 月 10 日(金)発表

場所:福井県敦賀市明神町 日本原子力発電所株式会社 敦賀発電所 1 号機

被害:人的被害なし

概要:

敦賀原発 1 号機(BWR、出力 35 万 7000kW)では、同年 8 月 20 日から行っていた第 26 回定期点検で、シュラウド(炉心隔壁あるいは炉心槽と呼ばれる円筒形の隔壁で内部に燃料や制御棒等を収納、原子炉内の冷却水の流路を確保する仕切板)の交換中に、シュラウドサポート(シュラウドを固定するための台座)において 309 個所の亀裂が見つかった。

本事象による外部への影響はなく、また亀裂は構造に影響を与えるものではないと判断された。事故後、亀裂部分をすべて除去したうえ、亀裂が発生した個所とは反対側に強度の強いシュラウドサポートが新たに取り付けられている。

要因:

亀裂の原因は、シュラウドとシュラウドサポートの溶接に用いたインコネルで発生した粒界型応力腐食割れ(溶接などの熱の影響で材料の結晶粒界近傍にクロム欠乏層ができ耐食性が低下した領域に、割れが生じること)であった。

事故の要因は、以下のように指摘されている。

- ・ 溶接に用いたインコネル 182(ニッケル基合金の一種)は、化学成分によっては応力腐食割れが発生する可能性があることが、研究によって明らかであった。
- ・ 使用開始する前までの製造時段階で、亀裂発生個所には高い応力が残留したと推定される。
- ・ 以上のことから、シュラウドサポートの溶接部及び近傍の金属の結晶粒界で生じた亀裂は、応力・環境・材料の各因子が重畳して発生する粒界型応力腐食割れと推定される。

なお、事故後は次のような対策をとっている。

- ・ 亀裂部分をすべて除去した。
- ・ 原子炉圧力容器との取り付け部を残し、下部シュラウドサポートを新品と取り替えた。
- ・ 構造強度上問題はなかったが、付加的余地の観点より、取り付け部上部(亀裂発生個所とは逆側)に補強溶接を行い、従来と同様の強度を確保した。
- ・ 溶接金属には、応力腐食割れ抵抗性が高いものを採用した。
- ・ 腐食因子である冷却水中の溶存酸素濃度を下げ、水素注入を実施して環境改善を図った。

⑧ JCO臨界事故

日時:1999年9月30日(木) 10:35

場所:茨城県東海村 (株)ジェー・シー・オー東海事業所転換試験棟

被害:150名被ばく、うち2名死亡

概要:

(株)ジェー・シー・オー(以下「JCO」)では、9月30日、動力炉・核燃料開発事業団 高速実験炉「常陽」向け原子力燃料の再転換加工中、臨界質量以上の硝酸ウラニル溶液約16.8kgUを形状管理されていない沈殿槽に注入したため臨界事故が発生した。

この事故で、作業員3名を含む150名が被ばくし、うち作業員2名が死亡した。また、工場から半径350m以内の住民が避難し、半径10km以内の住民が屋内待避した。その他、発災直後は半径10km以内のJR・高速道路などで交通制限が行われ、学校・保育所などが臨時休校した。また、茨城県産の農作物が放射能汚染の恐れありとして売れなくなるといった風評被害も起きた。なお、INESによる評価はレベル4であった。

要因:

事故の発生に至る経緯を、時系列に沿って以下にあげる。

(1)加工事業変更許可申請の許認可条件だった「1バッチ縛り」を行わず(1985～)

- ・ 改造前の使用施設の時代から、「1バッチ縛り」は守られていなかった。
- ・ 実際の操業上では、品質・工程時間などの点から「できない話」だった。
- ・ 従来からJCO(前身の住友金属鉱山)は、自らが派生的・副次的とみなす工程については申請内容に含めず、施設の運転開始後自らの裁量で柔軟に工程の追加・変更を行っていた。
- ・ 従来は「使用施設」としての申請で(今回は「加工施設」)、規制内容が簡略だったため、柔軟な操業が助長された。
- ・ JCO担当者は、「現実に実施できると考えたわけではなく、あくまで科技庁顧問を説得するための方便という認識」だった。
- ・ 1バッチ最高取扱量が臨界発生条件に対して大きな裕度を持つことが意識され、厳密に遵守する必要がないと見なされていた(そのため、1バッチ取扱量が核的制限値に等しく設定され、日常的に超過が起こっていた状態となっていた)。

(2)4リットル容器(SS瓶)を用いたクロスブレンディングの実施(1986～)

- ・ 発注元(動燃)より、1回の輸送量(4リットル容器10本分、40リットル)の内容をすべて均一にして欲しいと依頼(溶液輸送のための車両確認申請に際し、ロット単位で立会検査、増す分析が必要となるため)。
- ・ 大事な取引先である動燃の要求だったので、断るわけにはいかなかった。
- ・ クロスブレンディング法は、1972年以来、住友金属鉱山・JCOで「常陽」燃料用のウラン粉末製品の混合均一化のために用いられてきたが、許認可関係の書類には記載していなかった。

(3) 再溶解工程に、溶解塔ではなくステンレスバケツ(10 リットル)を利用(1992～)

- ・ 発注者の事情により当初予定されていた粉末製造が溶液製造に急きょ変更され、納期に間に合わせるために精製工程と再溶解工程が並行して稼働することとなり、両工程で併用する溶解塔が 1 本しかなかった。
- ・ 納期に間に合わせるため、溶液混合均一化工程が、発注者の立会検査項目から削除された。
- ・ コスト削減と、急きょ飛び込んだ溶液製造作業のため、3 班 2 交替(7 人)体制を確保できなかった。
- ・ 溶解塔を再溶解に利用する際には、内部の洗浄が必要だったが、分解できないため何度も洗うことが必要で、3 日間を要した。
- ・ 許可外の設備であるという認識はあったが、上司(課長)自ら手本を示して作業を指示した。
- ・ 課長本人は、研究所時代にステンレス製バケツを用いて硝酸ウラニル溶液を溶解する実験の経験があった。
- ・ バケツ利用自体は 1 バッチに限定しており、臨界安全上は問題ないという認識だった。
- ・ ウラン加工施設では、「バケツ」はしばしば利用される道具だった。
- ・ 1995 年 9 月、安全専門委員会に議題として提出されたが、バケツ間隔を 40cm 空ければ臨界安全は保てるということで、是正されなかった。

(4) 貯塔の定量ポンプのインターロック(溢出防止のための装置)解除(1993～)

- ・ 改善提案制度が始まり、作業効率工場、コスト削減の努力が推奨された。
- ・ 「納期に間に合わせるため、溶解塔ではなくバケツを使うことまでしているので、作業効率を高めるためインターロックを解除するくらい大したことはない」という気持ちがあった。

(5) 精製工程での原料溶解に溶解塔ではなくステンレスバケツ(10 リットル)を利用(1995～)

- ・ 転換試験棟の主任が交代する際の引き継ぎで、前主任が「溶解作業には、溶解塔の代わりに SUS バケツを使っている」と口頭で行ったのを、新任の主任が「いずれの溶解でもバケツを使う」と誤解した。

(6) 溶液均一化のため、仮設配管を設置して貯塔を利用(1995～)

- ・ 4 リットル容器を用いたクロスブレンド作業は、中腰状態が続く重労働だった。
- ・ 発注元より、一度あたりの輸送について、輸送容器を従来の 1 基から 2 基へ増やすという通達(1 ロット分から 2 ロット分へ)があり、大きな容器を用いて攪拌すれば均一化可能と考えて、貯塔が候補となった。
- ・ 仮設配管の製造・設置工事は、技術部により、貯塔本体の改造がなく仮設配管の接続のみであること、臨界管理は形状制限でなされていることから、「許認可上問題なし」と判断された。
- ・ JCO では、前身の住友金属鉱山時代から、動燃の研究・開発のため試験的に少量のウランを加工する作業を行っており、試行錯誤的な「実験室」的体質を持っていたため、「臨界管理の理屈をともなった工程変更ならば、仮に非合法でも構わない」という文化が醸成されていた。
- ・ 違反を重ねるにつれて、加工事業許可を守るという意識が薄くなっており、仮設は如何の設置にもはっきりとした「設工認」違反という意識がなかった。

(7) 1995年9月8日付安全専門委員会議事録から「転換試験棟の臨界管理について」削除

- ・「溶解バケツの件は加工事業許可に反するので、それを承知したことは絶対に規制当局へ知られてはならない」と科技庁向け議事録を作成。

(8) 溶液均一化に利用する施設を、貯塔から沈殿槽へ変更(1999)

- ・約1年前から合理化策が取られ、事故発生時の作業担当グループ(スペシャルクルー)の作業量が大幅に増加した。このため、できるだけ早く作業を終わらせたかった。
- ・98年8月の人事異動により、スペシャルクルーにベテラン作業員は誰もいなくなった。
- ・スペシャルクルーの人選に当たり、「上からの指示がなくても自分から積極的に仕事ができる」ことが基準となった(職場長が複数の職務を兼務して多忙、転換試験棟内の作業内容を知らないため)。このため、上司の判断を仰がずに予定を変更して作業を前倒しで開始した。
- ・スペシャルクルー副長は、「ウランは溶液では臨界にならない」など、不適切な理解をしていた(軽水炉用ウラン再転換加工施設での作業経験から)。
- ・臨界管理に関する教育は、1992年の全体教育及び1994年の講義(出席者2名のみ)を最後に行われていなかった。
- ・スペシャルクルー副長は、作業手順書に押印していたが、中身はまったく読んでいなかった(他の業務で忙しくて余裕がない、読んだだけでは作業を実施できる内容ではない、遵守すべきものとみなされていない、難しい作業ではないと思っていた)。
- ・転換試験棟が使用施設として認可されていた時代(1979-84年)には、手順書らしい手順書がないままの操業が行われていたため、手順書が遵守すべきものと見なされていなかった。
- ・手順書にある下部仮設配管を知らなかったため、貯塔を用いると下部配管系統にデッドスペースが生じ、また位置が非常に低くて作業しにくかった。
- ・沈殿槽は払取機能がっており、溶液投入に都合のよいハンドホールがあり、溶液抜き取り作業もしやすかった。
- ・スペシャルクルー副長は、沈殿槽を用いないのが品質管理上の理由と考え、臨界管理上のルールがあるからとは思わなかった。
- ・10月7日に科技庁の視察が予定されており、貯塔の仮設配管を一度分解して撤去する必要があった。
- ・スペシャルクルー副長が確認を求めた品質保証担当者(核燃料取扱主任者)は、転換試験棟で濃度制限による臨界管理が行われていないことを知らず、第1、第2加工施設棟と同様に沈殿槽で沈殿しなければ臨界安全は保たれると誤認した。

(9) 沈殿槽の利用を職場長へ報告せず(1999)

- ・職場長が忙しく、また転換棟の作業について詳しくなかった。
- ・スペシャルクルー副長は、以前は職場長と同じリーダーの立場だったが、リストラで一時的に平の作業員に戻り、その間に職場長は昇進していた。
- ・スペシャルクルー業務は、基本的にはクルーに任されているという認識を副長は持っており、また職

場長も職場巡視をほとんどしなかった。

- ・ JCO 社内の改善運動では、実施済みの提案に高い評点が与えられており、上司に相談せずに作業手順などの変更を実施することが常態化していた。
- その他、全体を通じて要因となっていた事項
 - ・ 「1 バッチ縛り」を許認可条件とすることで「臨界事故」の想定が不要となり、「臨界事故は起こらないもの」という思い違いが JCO 内にあった。
 - ・ 規制当局(科学技術庁)の巡視調査は、事前通告があり、「記録類は見ない」「なるべく手間はかけない」という考え方で行われていた。
 - ・ 1995～6 年頃、JCO ではリストラ実施、乾式システム導入に注意が向けられ、現場の安全管理や臨界事故の危険に意識が向いていなかった。
 - ・ 1992年の保安既定改訂により、「臨界管理主任」職が「安全管理統括者」に統合、安全管理室長が担当となった。安全管理室は、1997 年組織改編により、独立した位置づけから技術部傘下に入り安全管理グループとなった。また安全管理グループ長は、品質保証グループ長と兼務で、放射線や臨界に関する知識をほとんど持っていなかった。

⑨ 敦賀発電所 2 号機 1 次冷却材漏洩事故

日時:1999 年 7 月 12 日(月) 06:05

場所:福井県敦賀市明神町 日本原子力発電所株式会社 敦賀発電所 2 号機

被害:人的被害なし

概要:

定格出力で運転中だった敦賀原発 2 号機(PWR、出力 116 万 kW)から、7 月 12 日 6 時 5 分に原子炉収納容器内に設置されている火災報知器などが作動し、放射線モニタなどの指示値に上昇が確認されたため、格納容器内で一次冷却水の漏洩が発生したものと判断し、6 時 48 分に原子炉を手動停止した。

なお、本事象による外部への影響はなく、また INES による評価はレベル 1 であった。

要因:

漏洩の要因は、高サイクル熱疲労により生じた、再生熱交換器(原子炉運転中、一次冷却系への充てん水と一次冷却系からの抽出水との間で熱交換を行うことにより充てん水を加熱し、1 次冷却系への熱衝撃を緩和する装置)の連絡配管の曲げ部分(エルボ部)に生じたひび割れであり、漏洩量は約 51m³ であった。

その背景には、以下のような要因が指摘されている。

- ・ 事故の起きた再生熱交換器は、容量の大きい同種機器の流用設計だった。
- ・ 機器の熱交換性能を改善するために機器の胴と管の間に内筒を設置し、二重の胴を持つ構造を作り上げたが、その結果高温のバイパス流と低温の主流が機器の出口付近で複雑に混合して温度変動が生じ、配管や銅に膨張・収縮の力が長年の間繰り返し加わったことで、亀裂が発生・進展した。
- ・ 通常機器の設計に関しては、要求性能・機能を満足し、かつ安全性・信頼性を保証するため、解析が行われる。しかし、同種機器の使用経験がある場合の機器の設計では、要求性能・機能を満足するように若干構造変更を行うだけで、解析なしで同種機器の設計をそのまま流用することがしばしば行われる。これが流用設計であり、当該器も同様の背景を持っていた(内筒を設置しても、構造解析や疲労解析を行えば事故は防ぐことができたという指摘もある)。

また、稼働後 12 年間に一度も定期検査が行われず、運転開始から事故直前までの運転を継続したことが、高サイクル熱疲労を促したという指摘もされている。

事故後は、以下のような対策をとった。

- ・ 再生熱交換器を、内筒のないタイプで使用実績のある最新設備に取り替えた。
- ・ 高サイクル熱疲労によるひび割れの可能性のある箇所及び一次冷却水配管について、検査・点検を充実させた。
- ・ 漏洩箇所の早期特定のため、監視テレビの設置や運転手順の改善等を実施した。

⑩ 高速実験炉「常陽」メンテナンス建屋火災

日時:2001年10月31日(水) 20:42

場所:茨城県大洗町

核燃料サイクル開発機構大洗工学センター 高速実験炉「常陽」メンテナンス建屋

被害:人的被害なし

概要:

茨城県大洗町 核燃料サイクル開発機構大洗工学センターの高速実験炉「常陽」メンテナンス建屋 1階の機器洗浄槽上部(以下、「作業場」)から出火。同階内の工業用ペーパータオルやビニールシート等が燃え、23時30分に鎮火した。本火災による放射性物質等の放出はなく、周辺環境への影響は認められなかった。

なお、メンテナンス建屋では当日、洗浄済みのナトリウム配管の切断等の作業を行っていたが、火災発生当時は作業を終了し無人だった。また出火当時、「常陽」は炉心の改造工事中で、2000年6月から運転を休止していた。

要因:

火災の発生原因は、可燃性のもの(作業時の廃棄物入りカートンボックス等)に発火物質が混入し、発熱反応が生じて発火、延焼したと推定されている。発火物質としては、作業中に脱落したナトリウム、作業に伴って発生した廃棄物、または作業衣等に付着して見逃したナトリウムの可能性が高い。

本事象では、以下のような要因が指摘されている。

○直接的な要因

- ・ 事故現場である作業場は、大気(空気)開放下で付着ナトリウムを扱う作業を行っており、作業時に脱落するナトリウムに対する配慮が十分でなかった。
- ・ 放射性ナトリウムの付着は目視で確認することになっていたが、作業によっては全面マスクを着用するため、視野が狭まる可能性がある。よって、ナトリウム付着を見逃す可能性があったが、その場合の想定が不十分だった。
- ・ 作業場に残された多くの可燃物(カートンボックス、資材等)などが延焼を助長した。

○間接的・背景的な要因

- ・ 今回の作業は、放射性物質を含むナトリウムが大気に触れる状況のため、放射線管理とナトリウム管理の両立など、厳しい条件下における特殊な作業であった。しかし、作業計画時の検討不足と教育の不十分さが重なって、トラブルが発生しやすい状況にあった。
- ・ 当該施設の設備・運用・管理において、ナトリウムよりも放射性物質の扱いへの配慮が優先され、火災発生の危険性への認識が不足していた。
- ・ 作業場には、当日の作業に不要な多くの可燃物が置かれるなど、延焼防止に対する配慮に欠けていた。また、日常的なチェックや管理者等の現場パトロールも、必ずしも十分でなかった。
- ・ 請負作業者に対し、管理区域の現場に即した放射性ナトリウムの取扱いに関する教育・訓練が十分

に行われていなかった。

- 作業に対する認識や、作業未完了・終了時における資材等の管理等について、作業計画に関する検討及び作業計画に基づく管理が十分になされていなかった。
- 施設を管理するチームと使用するチームの間のコミュニケーションが不足しており、一元的な管理が十分になされていなかった。
- 火災原因と直接の関係はないが、作業実施要領書、放射線作業計画書に記載された手順の一部が変更されていた。変更内容は軽微なものであり、それによって作業における安全性が向上することから、安全確保を含む実作業上の問題はないと考えられるが、所定の手続きを経ずに行われていた。

⑪ 浜岡原子力発電所 1 号機炉心冷却水漏洩事故

日時:2001 年 11 月 9 日(金) 15:30 ごろ

場所:静岡県 中部電力浜岡原子力発電所 1 号機

被害:人的被害なし

概要:

静岡県の中部電力浜岡原子力発電所 1 号機で、余熱除去系蒸気凝縮系配管破断に伴う原因調査のため、格納容器内を点検していた作業者により、原子炉圧力容器下部に設置されている制御棒駆動機構ハウジングの下部付近から、数秒に 1 滴程度の水が漏洩していることが確認された。後日行われた調査より、漏洩はスタブチューブ(原子炉圧力容器とハウジングの継ぎ手)下部からと特定された。

なお、排気筒モニタ及びモニタリングポストの指示値に有意な変化はなく、周辺環境への影響はなかった。INES に基づいた暫定的な評価は、レベル 0⁺となっている。

要因:

当該部に応力腐食割れ(金属に腐食環境下で応力が働いている場合、その腐食環境にない場合より低い応力で破壊すること)による亀裂が生じ、溶接部を貫通した結果原子炉水の漏洩が起こった。その技術的要因として、以下のような指摘がされている。

- ・ 溶接金属として用いられていたインコネル 182 は、ある大きさの応力が存在すると、応力腐食割れを起こしやすい特性があった。
- ・ 原子炉水の溶存酸素濃度が、応力腐食割れを生じさせる状況にあった。
- ・ 応力腐食割れを生じる可能性がある残留応力(溶接時に高温になり膨張しようとする溶接部と周囲の低温部による拘束によってもたらされる応力)が発生する溶接施工方法がとられていた。

なお、亀裂が確認されたスタブチューブは、事故後耐食性に優れた材料のものへと取り替えられた。

また、運転員は、露点計のデータの変化を、「季節変化によるもの」と判断するなど、小さな変化を正しく受けとめることができなかった。そこで、組織に望まれる今後の対応について、以下をあげている。

- ・ プラント停止後の調査から、漏洩は同年 7 月上旬から始まっていたことが推定されている。応力腐食割れの発生防止に努力を払うことに加え、応力腐食割れが防ぎきれない以上は事態の早期発見が重要である。そこで、格納容器内の漏洩監視データの詳細分析など、運転管理上の対応を適切に行うこととする。
- ・ 運転中において、データに通常運転時と異なる有意な乖離があった場合には、異常兆候を確認するための検討会を開催するなど、監視体制を確立する。
- ・ 信頼性向上の観点から、原子炉内の環境改善を継続するとともに、溶接部の残留応力の改善などの予防保全技術についての検討も進めていく。

なお、原子力安全・保安院は、これまで事業者による点検が行われていない発電所についても、同様の溶接施工方法を採用したスタブチューブ下部溶接部のき裂の有無について、確認することを求めた。

⑫ 浜岡原子力発電所 1 号機における配管破断による蒸気漏洩事故

日時:2001 年 11 月 7 日(水) 17:02

場所:静岡県 中部電力浜岡原子力発電所 1 号機

被害:人的被害なし

概要:

静岡県の中部電力浜岡原子力発電所 1 号機(沸騰水型軽水型原子炉:BWR)で、1 ヶ月ごとの実施が定められている高圧注入系(HPCI)の手動起動試験を行ったところ、余熱除去系蒸気凝縮系配管(以下、「当該配管」)のエルボ部が破断して放射性物質を含む蒸気が原子炉建屋内に漏洩、原子炉建屋 10 箇所で火災報知器が作動した。このため、同日 18 時 15 分に原子炉停止が決定され、翌日 8 日 00 時 01 分に手動で停止された。

なお、高圧注入系手動起動試験時データ等から、漏洩した蒸気量は約 2t と推定されている。また、事故発生時、原子炉建屋の二重扉内側に入域していた職員は運転員 1 名であり、その後 5 名が避難指示に気づかず入域していたが、いずれも有意な被ばくはなかった。INES の評価は、レベル 1 となっている。

要因:

事故の技術的原因として、次のような指摘がなされている。

- 原子炉からタービンに送られる主蒸気には、放射線分解によって水素と酸素がわずかに生じていた。それらが、当該配管の上部に低温の非凝縮性ガス層として蓄積していた。
- このような状況の中で高圧注入系の起動試験を行うと、圧力変動が生じ、さらに当該配管内に付着していた貴金属の触媒作用を受けて着火した。
- 爆発的な燃焼と急激な圧力上昇を受けて当該配管は破断、上部配管は変形(膨張)した。

また、事故の発生する前までに、弁のシートリーク対策として実施した当該配管の改装工事や、応力腐食割れ対策として実施した貴金属注入等の際に、水素の問題は既に処理済みの問題として受けとめられ、水素の滞留や燃焼に関して再度技術的検討はなされなかったことが明かとなっている。

そこで、事故の背景にある組織的要因として以下を指摘している。

- 過去において技術的対応がなされた事項について、その知見が十分生かされなかった。
- 施設の設計や設計変更、また新技術導入の際において、プラント全体に意図しない何らかの影響が発生する可能性についての検討が十分でなかった。

これらに対し、再発防止策として以下をあげている。

- 爆発的な燃焼を防ぐには、水素を蓄積させないことが抜本的な対策と判断し、当該配管は撤去された。なお、当該配管は、原子炉の運転開始以来使用実績がないこと、他の機能によって同様の働きが得られることから、除去が可能であり、運用面への影響はなかった。
 - BWR を運転する事業者は、当該配管と類似箇所を抽出し、設備変更などの対策を講じること。
- また、以下のような組織的な対応策の必要性が指摘されている。

- 事業者やメーカーは、設計や設計変更にあたり、本来の目的とすることのみならず、それがプラントに

与える影響について広く検討するなど、技術的検討の品質管理を充実強化すること。

- 関連学協会が中心となり、事業者やメーカーが機器設備の設計や設計変更を行う際に参照すべき水素関連の技術指針を整備していくこと。

⑬ 浜岡原子力発電所 2 号機ドレン配管漏洩事故

日時:2002 年 5 月 25 日(土) 02:20 ごろ

場所:静岡県 中部電力浜岡原子力発電所 2 号機

被害:人的被害なし

概要:

静岡県の中部電力浜岡原子力発電所 2 号機(BWR)において、25 日 2 時 20 分頃、保守員の現場確認において、余熱除去系低圧注入管第 2 隔離弁のドレン配管の溶接部からの水漏れを発見。このため、詳細な点検調査を行うこととし、4 時 34 分に原子炉を手動停止した。

なお 2 号機は、平成 13 年 11 月 14 日から点検のために停止していたが、5 月 24 日 13 時 39 分から原子炉を起動し、その後 21 時 47 分頃から原子炉隔離冷却系確認運転を開始したところだった。この事象による外部への放射性物質の影響はなかった。また、INES に基づいた評価は、レベル 0-となっている。

要因:

当該配管溶接部にひび割れが発生し、その結果水漏れが発生した原因として、以下のとおり推定されている。

- ・ 当該配管溶接部の止端部は、応力が集中しやすい形状だった。
- ・ 余熱除去系両系注入運転(A、B 両系統の配管を経由して原子炉に注水する運転)時において、低圧注入管第 2 隔離弁近傍の低圧注入管の振動に当該配管が共振した。
- ・ 当該配管溶接部に繰り返し応力が加わり、高サイクル疲労による割れが発生・進展して貫通・半周割れに至り、配管内に内包する水が漏洩した。

対策として、当該配管及び低圧注入管第 2 隔離弁テストラインの配管ルート、サポート等の見直しを行い、発生応力の低減が図られた。また、溶接方法を改善し、疲労強度の高い形状とした。

なお、同機 A 系及び 1 号機についても、同様の対策を実施している。

⑭ 美浜原子力発電所 3 号機蒸気発生器一次冷却水漏れ

日時:2004 年 8 月 9 日(月) 15:22

場所:福井県三方郡美浜町 関西電力美浜原子力発電所 3 号機

被害:死者 5 名、重軽傷 6 名

概要:

運転中の美浜原子力発電所 3 号機(PWR)のタービン建屋(3 階建て)内で、配管が破裂して高温の蒸気が噴出し、2 階で定期点検の準備作業をしていた作業員 11 人のうち 5 人が死亡し、1 人が重体、5 人が重軽傷を負った。なお、二次系配管のため、放射能汚染はなかった。

要因:

配管破裂の原因は、「エロージョン/コロージョン(壊職/腐食)」による局部減肉(配管の内部に流体が流れる場合に、内面が減肉して、減肉が局部的に配管肉厚を貫通したり、配管が破裂したりすること)である。冷却水の流量を測定するために配管内部に設置されている流量計オリフィス(流量の計測部)の下流部において、配管の周方向に帯状の局部減肉が発生、断面積の減少に起因して圧力によって塑性崩壊し、大きな破口を形成した結果、多量の高温水が蒸気となって噴出した。

この事象の背景にある要因として、以下のことが指摘されている。

- ・ 関西電力が平成 2 年に作成した「PWR 管理指針」において流量計オリフィス下流部を管理指針に入れて制定した。しかし、同指針に基づく減肉管理を三菱重工に委託して開始した際に、当該箇所は点検対象に含まれなかった。関西電力はこれを認識していなかった。
- ・ 登録漏れの原因は、管理指針制定前に三菱重工が実施していた点検箇所に、流量計オリフィス下流部が含まれていなかったこと、及びベテランの作業員一人が単調な確認作業を実施していたため、変更気づかなかったことがあげられる。
- ・ PWR に二次系配管はコスト面で有利な炭素鋼を使用しているものが多く、状態を監視しながら補修をするという考え方で設計されている。三菱重工の考え方としては、管理指針はその当時の知見に基づくもので、定期点検時の結果から点検範囲を拡大していくことが保守管理の基本と認識していた。
- ・ 関西電力は、平成 8 年以降減肉管理の委託先を日本アームに変更した。その際に、「PWR 管理指針」に則り、三菱重工と日本アーム間で減肉管理箇所の抽出が行われていると判断した(登録漏れは認識していなかった)。
- ・ 日本アームは三菱重工の子会社から定期検査ごとの情報提供の契約を締結していた。契約に基づき他社プラントの当該同一部位の減肉情報(泊発電所1号機、敦賀発電所2号機)の提供があったが、日本アームは特別な情報と受け止めず関西電力に水平展開しなかった。
- ・ 平成 13 年から 14 年にかけて、日本アームは関西電力からの委託を受け、二次系配管保全管理業務高度化のため、点検箇所をチェックした。その際に、当該部位の登録漏れを発見し、点検管理票及びスケルトン図に追加登録を行った。しかし、新たに発見された点検箇所は、至近の定期検査の計画に反映する手順が定着していたため、交換されなかった。

- ・ 関西電力では、平成7年前後から事故当時に至るまで、点検により技術基準を下回る配管が判明した場合でも、材料手配に時間がかかり、発電所の運転再開が遅延するおそれがあることから、技術基準を独自に解釈して実力評価と称し、補修を先送りしていた。
- ・ 実力評価は関西電力に定期検査工程を守ろうとする雰囲気があったことと、三菱重工では技術基準を認識しつつも関西電力との関係を優先してしまったという問題が指摘されている。

⑮ 英国ソーブ再処理工場使用済み核燃料溶解液漏洩事故

日時:2005年4月20日

場所:英国カンブリア ソーブ(THORP)再処理工場

被害:人的被害なし

概要:

2005年4月20日、ソーブ(THORP)再処理工場・前処理部門において、83.4立方メートルの高レベル放射能溶液が供給清澄槽セルに貯まっていたのを、遠隔カメラで確認した。放射能溶液は、金属疲労で破損した配管から漏洩した。漏洩した放射能溶液は、このような事態に備えて特別設計されたステンレスの内張りを持つ厚いコンクリート壁のセルの中へ流出しており、従業員や環境への実害はでていない。

しかし、放射能溶液の漏洩は2004年7月から始まっており、2005年4月までの9ヶ月間、警報装置やサンプリング結果など、漏洩を知らせるデータを運転員たちは放置してきた。その結果、漏洩溶液量は83.4立方メートルにも達した。INESによる評価はレベル3であった。

要因:

配管破損に至る原因として、以下の事項が指摘されている。

- ・ 配管は吊り下げ式の供給清澄タンクにつながっていた。タンク内部には溶液を均一にするための攪拌機が付いており、常に振動している。タンクに接続された配管は、その振動による金属疲労で破損した。振動を抑制する機構は、設計変更の段階で取り除かれていた。
- ・ 事故後のビデオ観測では、予測レベルを超えた振動レベルが観測されている。

また、スタッフが警報装置やサンプリング結果を放置してきた要因として、以下の事項が指摘されている。

- ・ 「新しいプラント文化」最高水準で建設された新しいプラントであるとの思いこみ。
- ・ 聞き取り調査を受けた全てのスタッフの回答によれば、漏洩は起こりうるし、実際に起こることを証明した経験が1998年にあったにもかかわらず、「このようなスケールの溶液喪失が漏洩によって起こるのはまずあり得ない事であり、書類に何かの間違ひがあるに違ひない」と彼らは信じていた。

(2) 航空分野における事例の分析結果

① インド航空(A320)高度設定ノブ操作ミスによる墜落事故

日時:1990年2月14日 13:00 過ぎ

場所:インド カルナータカ州バンガロール インド空港

被害:死者92名(乗員4名、乗客88名)、重傷22名

概要:

インド航空605便(A320型機)が、滑走路より約430フィート高い高度で一度水平飛行するようオートパイロットを設定し降下していた。しかし、設定高度に達する直前に乗員が降下率の変更を行おうとして、その結果エンジンが制御系のロジックでアイドル状態に固定された。20数秒後に乗員が気づいたものの回復操作は間に合わず、A320は墜落した。乗員と乗客あわせて92名が死亡、22名が重傷を負った。

要因:

事故原因は、乗員が降下率を設定するノブを回そうとして、誤って隣の高度を設定するノブを回したことにより、機体の降下を阻止できなかった可能性が高い。

その背景には、技術的要因と人的要因が存在しており、以下にその詳細を述べる。

①技術的要因

- ・ 降下率を設定しようとしていた段階では、アルティチュード・キャプチャー・モード(あらかじめ設定した高度に移行するモード)が作動しており、当時の制御系は、この時点で再度高度設定を行うと、自動的にアイドル/オープン・ディセント・モード(推力が働かず、降下先が指定されていない状態)に切り換わるように設計されていた。
- ・ 降下率を設定するノブのすぐ左隣に、高度を設定するノブが存在していた。
- ・ 報告書では、高度200フィート(14秒前)の高度読み上げでは、処置が遅すぎ、墜落を阻止するのは困難と指摘されている。

②人的要因

- ・ アイドル/オープン・ディセント・モードに切り換わって高度が下がった際、音声で高度が伝えられるが、乗員はアイドル・モードに気づかず、特に速度や高度のモニタはしていなかった。
- ・ 副操縦士は、対地高度(300フィート)と視程の良さから、目視による着陸を考えたものと推測される。そこで、FD(Flight Director:飛行監視装置)を切り、自動的に速度を維持するモードに切り替えようとしたが、機長側のFDがオフにされず、モードは切り替わらなかった。

なお、エアバスA320には、操縦系統をすべて電気配線で置き換えて飛ぶ「フライ・バイ・ワイヤ」が搭載されており、操縦のためのケーブルやロッドがなかったため、もし故障が起きれば墜落を免れない状態だった。

また、被害を拡大させた要因として、管制塔との連絡が途絶えたことで救助活動の開始が遅れたこと、空港内道路の未整備と防護扉がロックされていたことが重なって救助・消防活動が遅れたことが指摘されている。

② ノースウェスト航空(B727)と(DC-9)滑走路進入位置誤認による地上衝突事故

日時:1990年12月3日 13:45(米国東部標準時)

場所:アメリカ合衆国ミシガン州 デトロイト・メトロポリタン・ウェイン・カウンティ空港

被害:死者8名(乗員1名、乗客7名)、負傷20名

概要:

デトロイト空港で離陸滑走を開始したノースウェスト・エアラインズ(NWA)299便(ボーイング727型機)に、霧で誘導路を見失い滑走路に進入したNWA1482便(DC-9型機)が衝突した。B727は機体を損傷したものの火災は発生せず、乗員8名、乗客146名に負傷者はいなかった。一方のDC-9では、胴体の激しい損傷に加え、漏れた燃料から火災が発生し、乗員4名、乗客40名のうち、乗員1名と乗客7名が死亡した。

要因:

事故は、DC-9において機長と副操縦士の立場が逆転し、適切なコミュニケーションがとれなかったため、衝突現場となった使用滑走路に進入する前またその直後における適切なタクシー(地上走行)の中止や、グランド・コントローラーへの位置確認がなされなかったことが原因とされている。この背景には、二人の飛行履歴と立場が影響している。機長は、健康上の理由で約7年間飛行を停止されており、この飛行は監督者なしで飛ぶ最初の飛行だった。一方の副操縦士は、空軍を退役して約1年の元少佐であり、教官パイロットの経験から指揮をとることに慣れていて、また「試用期間」という職務上のストレスを抱えていた。

以上の状況に付随して、事故をもたらした主な要因をあげる。

- ・ 衝突現場は濃霧で視程が悪化しており、その最低値は100ft程度(約30m)であったと推測されている。
- ・ 事故当時のデトロイト空港のタクシーウェイ・サインボードの配置や設置方向、タクシーウェイ・マーキングの明確さや目立ち具合、及び滑走路灯火は不適切であった。
- ・ 事故に至る流れの中で、機長と副操縦士の指揮系統の立場が逆転し、タクシーに係わる指示のほとんどは副操縦士によるものであった。機長は、暗黙のうちに指揮者としての立場を放棄してしまった。
- ・ 副操縦士は、機長に対して、デトロイト空港についての知識を誇張したり空軍における飛行経験と階級を歪曲したりして伝え、誤解を与えた。さらに、滑走路進入に先立ち、機長の指示に3回従わなかった。
- ・ 空港東側のグランド・コントローラーには、DC-9の乗員が陥った混乱を解決する機会が数回あったものの、それを逸してしまった。

また、事故後の被害について、事故当時DC-9の前任客室乗務員は定められた座席に着席しておらず緊急脱出スライド・ガード・バーもフィッティングに正しく挿入されていなかったこと、さらに訓練はされていたものの他の客室乗務員も緊急スライドを膨張させなかったことから、脱出が遅れ負傷者が増加したことが指摘されている。

③ アビアンカ航空 (B707) 燃料枯渇による墜落事故

日時: 1990 年 1 月 25 日 (木) 21:34 ごろ

場所: 米国ニューヨーク州ロングアイランド島

被害: 死者 73 名 (乗員 8 名、乗客 65 名)、重傷 81 名 (乗員 1 名、乗客 80 名)

概要:

コロンビア・ボクタ国際空港発メデリン経由ジョン・F・ケネディ空港行きのアビアンカ航空 52 便 (B707 型機) は、予定飛行時間 4 時間 40 分に対し、飛行計画 6 時間 8 分飛行できる燃料を搭載してメデリンを出発したが、米国空域に入り天候悪化と航空路の混雑により、ケネディ空港への進入に失敗。3 度にわたり合計 77 分の空中待機を強いられ、再度の進入を行う前に燃料を使い尽くして全エンジンが燃焼停止し、離陸から 6 時間 26 分後にロングアイランド島カブ・ネク村の住宅地に墜落した。この事故で、搭乗者 158 名のうち 73 名が死亡し、81 名が重傷を負った。

要因:

最後の空中待機中に飛行乗務員は燃料の状態を管制官に正確に伝えず、待機空域を離れたときにはすでに燃料が危機的な状況にあったが、機体の燃料状況が管制官に正しく伝わらなかった。その要因として、以下のような点が挙げられる。

- ・ 3 度にわたる空中待機のうち、最初の 2 度の間には乗務員が航空管制官へ燃料の残量に懸念を示さず、またケネディ空港に状況を問い合わせることをしなかった。
- ・ 3 度目の空中待機中に繰り返し管制承認の時刻が延期されたが、乗務員はこの時刻の意味を誤解しており、待機中に代替空港へ到達する予備燃料を使い尽くしてしまった。この時点で副操縦士が優先順位 (priority) を要請したが、安全に着陸するため緊急事態を宣言して迅速に着陸できる扱いを受けるべきであった。
- ・ 副操縦士が「5 分間だけ待機できる」と優先扱いを求めたことに対し、管制官らは行き先を代替空港へ切り替えるまでの余裕が 5 分間であると認識していた (報告書は管制官が適切な判断を下したと述べている)。
- ・ 副操縦士が「優先順位」という言葉を使用し、「緊急事態 (emergency)」を使用しなかったのは、副操縦士の訓練担当者がボーイング社で受けた訓練が原因で「優先順位」と「緊急事態」がほぼ同義であるという印象を持っていたことが発端とされた。
- ・ ケネディ空港への進入時にはウィンド・シアが発生し、降下高度が大きく乱れ進入復行を余儀なくされた。復行時に燃料が使い尽くされようとしている中で、機長は「緊急事態」を管制に伝えるよう副操縦士に指示を出すか、「緊急事態」という言葉は使われず、管制官には状況の厳しさが伝わらなかった。
- ・ 副操縦士は管制との交信をすべて任されていたが、機長は交信内容に注意を払っていなかったか、正確にモニタできなかった可能性があり、飛行乗務員間で意志の疎通が図られず、機体の危機的な状況が航空交通管制に正しく伝わらなかった。

また、事故機がメデリンを出発する前に作成した飛行計画は、9-10 時間経過した古い気象情報に基

づいており、さらに当時の気象情報でもまた出発時の最新情報でもケネディ空港は進入がやっどできるか、あるいはそれ以下の条件であり、代替空港では着陸の最低要件を満たしていなかった。天候の悪化や航路の混雑による遅れを十分考慮しない飛行計画に基づいて燃料が準備され、メデリン出発後はマイアミで提携ディスパッチ・サービスを利用できたが、到着地の状況は確認されなかった。

さらに、事故機の整備記録や、直前に同機で飛行した別の機長の言から、52 便の自動操縦装置に不具合があった可能性が高いとされており、事故報告書は「メデリンからケネディ空港まで手動操縦で飛行し、計器着陸進入には計器の生データを用いて行った」と推測している。長時間手動で飛行したことが、燃料状況の悪化と重なって乗員の疲労や心理的圧迫を増大させ、計器進入時のウィンド・シアへの対処を誤り、進入復行に結びついたらと推測された。

④ フェアチャイルド・メトロライナーと US エア (B737) 管制ミスによる滑走路での衝突事故

日時: 1991 年 2 月 1 日 (金) 18:07 ごろ

場所: ロサンゼルス国際空港 24L 滑走路

被害: 死者 34 名 (乗員 4 名、乗客 30 名)

概要:

ロサンゼルス国際空港 24L 滑走路上で、離陸許可を待つスカイウェスト航空 5569 便 (フェアチャイルド・メトロライナー / SKW5569) に、着陸してきた US エア 1493 便 (B737 型機 / USA1493) が後方から衝突した。この事故で SKW5569 便メロの搭乗者 12 名全員 (乗員 2 名、乗客 10 名) が死亡し、USA1493 便では機長、客室乗務員、乗客 20 名の計 22 名が死亡した。

要因:

事故の直接的原因は、離着陸機を管制する飛行場管制官が、滑走路上で離陸許可を得るため待機していた SKW5569 便の存在を失念し、USA1493 便を同じ滑走路に着陸させたことによるが、このことは当時のロサンゼルス空港の管制手順に密接にかかわっていた。管制時に使用する運航票は、本来ならば管制承認伝達 (クリアランス・デリバリー) を行う管制官から、地上管制官を経て飛行場管制官に渡されるべきものであった。しかし、ロサンゼルス管制塔ではクリアランス・デリバリーから飛行場管制官へ直接手渡されており、運航票の扱いが FAA (Federal Aviation Administrations: アメリカ連邦航空局) の規定から変更されており、当該機の失念につながった。

また、事故にいたる要因として、以下の点が指摘されている。

- ・ 地上管制官の作業負担を軽減するために、クリアランス・デリバリーから飛行場管制官へ運航票を手渡す手順をとっていた。しかし、かえって飛行場管制官に地上管制の負担を与えたため、飛行場管制官はミスを起こしやすい状況にあった。
- ・ 事故発生場所の隣にある 24R 滑走路に着陸したウイング・ウェスト 5006 便 (メロ / WWM5006) に 24L 滑走路を横断させようとしたが、WWM5006 便は誤って交信用周波数を切り替えていたため、飛行場管制官は交信再開までに呼びかけを続け、作業負担が増大した。
- ・ 24L 滑走路からの離陸を待っていたウイング・ウェスト 5072 便 (メロ / WWM5072) が飛行場管制官に離陸準備完了を呼びかけたとき、WWM5072 便の運航票が管制官の手元に届いておらず、WWM5072 便を確認するまでに運航票を探す過程で飛行場管制官は混乱していた。これにより WWM5072 便を、24L 滑走路途中からの離陸を待っていた SKW5569 便と思いこんでしまった。
- ・ 夜間の滑走路や誘導路の状況は管制塔から見えにくく、SKW5569 の航空灯や衝突防止灯は滑走路灯などに混ざり確認できなかった。飛行場管制官は管制下の航空機に対する認識に不正確なものがあったが、操作卓に置かれた運航管理表と視野に捉えていた航空機との間に食い違いがなかったことから、誤りが修正されることはなかった。

⑤ ラウダ航空(B767)スラストリバーサー作動による空中爆発事故

日時:1991年5月26日(日) 23:30ごろ

場所:バンコクの北西部の上空

被害:死者 223 名(乗員 10 名、乗客 213 名)

概要:

香港発バンコク経由ウイーン行き của ラウダ航空 B767 型機は、離陸から約 30 分経過後、左エンジンのスラストリバーサー(逆噴射装置)が作動した。その結果、機体が破壊し、炎上しながら空中分解した。航空機はバンコク北西約 174km のジャングルに墜落し、搭乗者 223 名は全員死亡した。

要因:

事故の直接的な原因として、左エンジンのスラストリバーサー制御バルブのシール劣化の可能性があげられている。報告書では、シール劣化が起きた場合、リバーサーの駆動シリンダーの油圧が作動し、空中では動くはずのないスラストリバーサーが作動する可能性があるとして述べられている。これにより気流の乱れが生じ、方向舵、左昇降舵の破壊が発生、さらに水平安定板が飛散、尾翼部分を失った機体は機首下げ状態となり、主翼に過大な荷重が加わった結果、数秒のうち破壊したと推測されている。

また、それ以外に以下の要因が指摘されている。

- ・ 事故後のシミュレーションにより、リバーサーが伸展した場合 4～6 秒以内に適切な操作をしなければ、機体を制御できないことが確認された(乗員が異常を予期できなければ、操作することは不可能である)。
- ・ 従来リバーサーの伸展は低速時が危険であると考えられてきていた(飛行の際に操縦の困難さが増すため)。そのため、高速時のリバーサー伸展における機体への影響は事故発生時までには考慮されず、乗務員に対し対応措置の教育訓練がなされていなかった。

この事故では、リバーサーが作動した原因が特定できなかった。ボーイング社は、この事故を契機に、飛行中のリバーサーの作動を防止するロック機能を、新たに追加装備した。

⑥ エール・アンテール(A320)操作ミスによるボージュ山脈墜落事故

日時:1992年1月20日 19:20

場所:フランス ストラスブール近郊

被害:死者87名(乗員5名、乗客82名)、負傷者9名(乗員1名、乗客8名)

概要:

リヨン発ストラスブール行のエール・アンテール5148便エアバスA320型機が、滑走路に正対する最終進入コースへ乗るため左旋回中、山に墜落、炎上した。乗員5名を含む87名の搭乗者が死亡、8名の乗客と1名の客室乗務員が重傷を負った。

要因:

事故の要因は、以下の通りである。

①グラスコックピットの操縦の習熟不足

- ・ 機長と副操縦士はグラスコックピット(デジタル表示のcockpit)の操縦の経験が浅かった。特に機長は、運航中の随所に自信の無さを露わにしており、このことは、墜落の直前にスピードがフラップ速度の限界近くまで増速したことに気づきエア・ブレーキを作動させたが、その原因については疑問を持たなかったことや、降下開始以降オートパイロットを全面的に信頼していたことなどからもうかがえる。
- ・ 当初予定していた ILS 方式(計器着陸方式)のアプローチが、VOR/DME 方式(非精密進入方式)に変更されたため、VOR/DME 方式に慣れていない機長は操作に戸惑った。
- ・ 飛行制御ユニット(FCU)で、「TRK-FPA mode(経路・降下角度モード)」をセットすべき時、誤って「HDG-Vs mode(針路・降下率モード)」をセットしていた可能性が指摘されている。通常の降下角度3.3度を、誤って33とFCUに入力すると毎分3300フィートの降下率となり、墜落直前の降下率と合致することから、FCUの2種類あるモードの選択を誤ったか、機能を理解していなかったために、操作を誤ったと考えられる。

②機長と副操縦士のコミュニケーション不足

フライト全般を通じて、機長と副操縦士はコミュニケーションを怠った。会社で定めたアクションに伴うコントロールアイテムの欠落が多く見受けられ、急激な降下の際にも両者のクロスチェックは行われなかった。機長が具体的な軌道を把握できない中、副操縦士は機長に知らせることなく水平面状コースのコントロールにのみ注意力を注ぎ、その結果急激な降下率に気づけなかった。

この事故を契機に、フランス運輸省は、それまで各航空会社の任意としていた GPWS (Ground Proximity Warning System:地上接近警報装置)の装着を義務づけている。

⑦ タイ国際航空(A310)カトマンズ北部墜落事故

日時:1992年7月31日(金)

場所:ネパール国 カトマンズ北部 ヒマラヤ山系

被害:死者113名(乗客99名、乗員14名)

概要:

バンコク発カトマンズ行きのタイ国際航空311便(エアバスA310型機)で、カトマンズ・トリブフバン国際空港への着陸進入中にフラップ故障が発生。フラップ故障そのものはすぐに解消したものの、高度が高いまま空港に近づきすぎたため着陸進入を一旦中止して、進入開始地点まで戻り、再進入することとした。しかし、進入開始地点への旋回にあたり、約180度の旋回をして南へ向かうべきところを約360度旋回して再度北へ向かってしまい、空港の北側に位置する標高約3,500mのヒマラヤ山系山頂付近に激突した。この事故により、乗客99名及び乗員14名、計113名全員が死亡した。

要因:

この事故の直接原因は、小雨が降り視界が悪い(視程約5km)中、航空管制より承認されたロメオポイントとは逆の北方向に飛行を継続したことにある。パイロットは自機の位置や飛行進路が誤っていることに気付かず、管制官も機の位置・進行方向を正しく把握できなかった。

こうした状況をもたらした墜落に至った主な要因としては、以下の点が指摘されている。

- ・フラップ障害時のチェックリストには対応方法の記載が不十分であり、パイロットはAOM(Aircraft Operating Manual:航空機運用規定)に従って対応を行った。
- ・タイ航空のアプローチチャート平面図には、事故機が用いていた進入路(シエラ・アプローチ)の進入開始地点がロメオポイントであるかのように誤解されるような表記となっていた(実際のロメオポイントは、シエラ・アプローチ開始地点よりはるかに遠方だった)。このため、再進入のためアプローチ開始地点まで戻る許可を得る際に、パイロットはロメオポイントまでの承認を求めたが、管制官は「なぜそのような遠方まで戻ることを求めるのか」が理解できず、パイロットの意図を正しく把握できずに明確な承認を与えるのが遅れた。
- ・パイロットは、アプローチ開始地点までの旋回承認がなかなか得られないことから、承認なしに右旋回を開始した。
- ・パイロットは、右旋回にあたり、廻りすぎ防止に配慮したICAO方式の旋回方法(まず左に操舵し従来の飛行ルートを外れて直線飛行を行った後、旋回して元の飛行ルートに逆向きから接続する方法)ではなく、先に旋回してから直線飛行で元の飛行ルートに接続する非ICAO方式を行った。その際、フラップの再故障や周辺山岳への衝突が懸念されたため、最後の直線飛行を省略した可能性がある。
- ・旋回後の直線飛行を省略して廻りすぎた結果、カトマンズVOR(無線標識)からの放射方位(radial)220の線に沿って飛行することとなったが、本来沿うべきだったradial202と同じ数字で並び方のみが異なる値だったため、パイロットは異常に気付かなかった。同様に、パイロットは機首方位025を管制に通報しているが、これも本来あるべき機首方位が205だったため混同して異常に気付かなかった。

- 飛行管理システム(Flight Management System;FMS)のナビゲーション画面(Navigation Display:ND)は地図モードとなっており、機の進行方向だけしか画面に表示されない状態だった。このため、カトマンズ VOR 脇を通り過ぎて進行方向にポイントがない状態となり、副操縦士は何度もロメオポイントなどの情報を入力した。実際には入力に成功していたが、画面上は表示が出てこないため、機長は副操縦士の FMS 操作能力に疑問を持った。
- 管制との無線交信では、管制はカトマンズ VOR からの距離のみを問い合わせ、方位についての通報・問い合わせは管制・パイロットのいずれも行わなかった。管制からの距離問い合わせでは、直前の位置通報と比較して「25DME」が想定されるのに対し「5DME」が報告される場面があったが、管制はパイロットから明確に否定されたためそれ以上の疑問を持たなかった。
- 副操縦士の「北に向かっている?」という発言は、本来は「北に向かっているのではないか」という疑問を表すものであったが、明確・具体的な表現となっていなかったため、機長には「北に向かう必要があるのではないか」と解釈された。また、これに対して機長が答えた「すぐに方向転換する」という回答は「すぐに(北に)方向転換する」という意図であったが、副操縦士には「すぐに(南に)方向転換する」という意味にとらえられた。このように、二人の状況認識(機の位置・進行方向に関する認識)は全く異なっていたにもかかわらず、会話が成り立ってしまった可能性がある。
- 墜落の約 15 秒前に、地上接近警報装置(Ground Proximity Warning System:GPWS)が作動し警報音が鳴ったが、機長は「誤作動だ」と信用しなかった。この背景には、カトマンズ空港近辺が山岳地帯であり、同空港の離着陸時にはしばしば GPWS が鳴ることが挙げられている。

⑧ TWA 航空(L1011)JFK 国際空港離陸中断による火災

日時:1992 年 7 月 30 日(土)

場所:アメリカ合衆国 ニューヨーク州 J.F.ケネディ国際空港

被害:死者 0 名、負傷者 10 名(重傷 1 名、軽傷 9 名)

概要:

ニューヨークの J.F.ケネディ空港を離陸するトランスワールド航空(TWA)843 便(L1011 型機)で、離陸滑走をして機首上げ(ローテーション)を始めたところ、操縦席のスティックシェイカー(失速警報のため操縦輪を振動させる装置)が誤作動した。同機は副操縦士が離陸操縦を行っていたが、スティックシェイカー作動とともに操縦輪を引く力を緩めて(又は押して)、操縦を機長に渡した。機長は瞬時に離陸中止(Rejected Takeoff :RTO)を判断してエンジンを絞り、機は激しい勢いで着地した。このため右翼が損傷して燃料が流出、火災が発生したが、機体が滑走路左の草地に停止した後、客室乗務員の指示により乗客 280 人が 2 分以内に緊急脱出して重傷者(足の骨折)1 名のみ被害をとどめた。スティックシェイカー誤作動の原因は、そのシステムが内蔵する迎角(Angle of Attack:AOA)センサーの故障だった。

要因:

この事故の直接原因は、スティックシェイカーの誤作動と、それにより失速していると誤認したパイロットが安全離陸速度(V_2)を超えた速度で浮揚中であつたにもかかわらず離陸中止を行ったことである。

これらをもたらした主な要因としては、以下の点が指摘されている。

- ・ 迎角センサーの故障は、地上における飛行前点検では電気信号がバイパスされて発見できない仕組みとなっていた。
- ・ 故障した迎角センサーは、過去 2 年間に 9 回の故障を起こしていたが、TWA 社の品質保証プログラム(信頼性管理規程)が飛行時間ではなく経過日時をもとにトレンド・モニタリングを行っていたことなどから、その発見・修理がなされなかった。
- ・ 迎角センサー故障により、他にもオートスロットル(自動推力調整装置)とフライトディレクター(Flight Director:FD)の機能の一部が停止しており、これらの警告灯・表示などが出されていた。しかし、これらはパイロットからは見にくい場所にあり、またスティックシェイカー誤作動を直接表現するものではなかった。
- ・ 副操縦士は、スティックシェイカー作動とほぼ同時に「失速し始めた」と発言して機長に操縦を渡したため、機長は十分に状況を把握しないまま操縦を受け取り、瞬時に離陸中止を意志決定しなければならなかった(スティックシェイカーが誤作動であること、安全離陸速度を超えており安全に離陸が可能であることなどを考慮して判断ができなかった)。

⑨ エル・アル・イスラエル航空 (B747) エンジン脱落事故

日時: 1992 年 10 月 4 日 (日) 18:30 ごろ

場所: アムステルダム市街

被害: 死者 47 名 (搭乗者 4 名、住民 43 名)

概要:

アムステルダム・スキポール空港発テルアビブ空港行きエル・アル・イスラエル航空 B747 型機の貨物便は、離陸後高度約 2,000m で右翼の第 3 エンジンが脱落した。脱落したエンジンは第 4 エンジンに衝突してこれも脱落し、右翼前面を損傷した。その後、スキポール空港に戻ろうと操作を試みるが途中で操縦不能となり、アムステルダム市街の 11 階建てアパートに墜落した。この事故で、搭乗者 4 名と地上の住民 43 名が死亡した。

要因:

第 3 エンジンの脱落は、パイロン(エンジンの支柱)のヒューズピンの疲労亀裂が原因であるとされている。ヒューズピンは、緊急時の衝撃から主翼燃料タンクを守る安全弁の役割を担っているが、その安全弁の不備により事故が発生した。

事故報告書によると、事故以前からヒューズピンには以下のような問題が発生していたことが示されている。

- ・パイロンの型式承認時、当時の最新の疲労解析により、パイロン構造の整備点検項目が設定された、しかしこの解析は、十分信頼できるものではなかった。1979 年 8 月以後、ボーイング社からヒューズ・ピン・ラグ(ピンの耳の部分)、フィッティング(取り付け部)の点検・交換に関する指示(サービス・ブリティン)が出され、FAA(アメリカ連邦航空局)はそれを受けて AD(耐空性改善命令)を発行していた。
- ・事故までの過去 15 ヶ月の間に、飛行中のパイロン脱落が 3 件発生していた(うち 2 件は死亡事故、1 件は重大事故)。当時のヒューズピンの設計と整備点検によってその耐空性を維持するシステムは、安全性を保障することができなかった。

第 3、4 エンジンが脱落し右翼前面が損傷した機体は、以下のような状態だった。

- ・ゴー・アラウンド・パワー(最大出力)、速度 270 ノット(時速約 500km)でかろうじて水平飛行が可能で、経路変更は限られた範囲でしかできなかった。
- ・連続最大出力、速度 270 ノットでは水平飛行は不可能だった。
- ・迎角(翼が風に対してなす角度)が大きくなり速度 260 ノット(時速約 482km)以下になると高度が低下する。さらに、256 ノット(時速約 474km)以下では降下率が著しく増加する。
- ・右翼が損傷しているため、機体は右に向かう(ロールする)傾向があった。乗員は降下率を抑えるためにエンジンの出力を増加させるが、これはさらに右への傾きを強めた。

事故報告書によれば、訓練規則と手順には事故機が遭遇した複雑な異常事態は想定していなかったため、乗員は適正な評価ができない状況におかれた中で機体の操縦と性能上の問題に直面しており、このような状態で安全に着陸できる可能性はほとんどなかったとしている。

⑩ 中華航空(MD-11)タービュランス遭遇による機体左右の外側昇降舵損傷

日時:1992年12月7日 10:36ごろ(UTC)

場所:高知県土佐清水市 足摺岬北東約35マイル(約65km)の海上

被害:人的被害なし

概要:

中華航空012便(MD-11)がタービュランス(乱気流)に遭遇、姿勢を乱されオートパイロットが外された。その後操縦困難な状態に陥り、左右の外側昇降舵(エレベータ)を損傷した。MD-11は回復までの約3分間に、少なくとも4回失速した。

なお、乗員19名と乗客246名に被害はなかった。

要因:

事故原因は、タービュランス遭遇時の乗員の操縦が不適切だったため、機体の乱れを拡大させたことである。

MD-11を開発したダグラス社は、高空高速で制御を失った場合、トリムを行わないよう(水平安定板を動かさないよう)推奨していた。それに反し、乗員は上昇中に機首上げ方向にトリムを使用して補助翼と昇降舵角を変化させ、その結果過大なロールやピッチの乱れを生み、少なくとも4回機体を失速させ、約2分45秒間にわたって失速警報を作動させた。事故調査委員会は、乗員が「機体運動は自分で引き起こした失速バフェットの結果であることを認識していなかった」と結論づけた。

この要因として、次の2点が指摘されている。

・ 技術的要因

… MD-11では、制御系の信頼性向上を背景に、縦方向の安定性を若干犠牲にし、燃料消費の改善を図った機体設計だった。このため、MD-11の縦の操舵力は他機に比べて軽く、タービュランス・アップセット(姿勢の大きな乱れ)から回復する際、オーバー・コントロールになりやすかった。

・ 人的・組織的要因

… 高々度の巡航でアップセットが起きたときの回復する訓練、及び機体の回復を手動で行うときの操舵力の軽さを体験する訓練が不足していた。

⑪ 日本エアシステム(DC-9)花巻空港着陸失敗

日時:1993年4月18日(日) 12:44ごろ

場所:岩手県花巻市 花巻空港

被害:負傷者 58名(重傷者 3名、軽傷者 55名)

概要:

名古屋発花巻行きの日本エアシステム 451 便(DC-9 型機)が、花巻空港へ着陸した際にウインド・シア(急激な風向・風速の変化)に遭遇し、大きな衝撃とともに接地(ハードランディング)した。機はこの衝撃により、右主翼の主要構造部に損傷を受けて燃料が漏洩、火災が発生した。

機体が停止した後、乗客らは 2 分程度以内で全員が緊急脱出を完了した。負傷者の多くは、この緊急脱出時に受傷した。

要因:

この事故の直接原因は、強い風の吹く気象条件の中、最終進入中にウインド・シアに遭遇したため、対気速度を急激に失って降下したことである。

関連する要因としては、次のような点が挙げられている。

- ・ 着陸時、機は副操縦士が操縦していたが、これは、「副操縦士の資格取得後 6 カ月以上、かつ同乗する機長が教官資格を持っていること」「横風が 13 ノット以下であること」と定められている同社の規程に反していた。
- ・ 空港には、ウインド・シアの発生を検知・警告する装置はなかった。
- ・ GPWS による警報を受けても機長が操縦を交替しなかったことも問題とされているが、シミュレータによる実験結果からは、パイロットが異常を認識してから対応するまでの認知時間及びこの機の航空性能からみて、パイロットがハードランディングを避けることは困難だったとされている。

⑫ 中華航空(A300)着陸時の操作ミスにより墜落炎上

日時:1994年4月26日 20:16(JST)

場所:愛知県西春日井郡豊山町 名古屋空港

被害:264名死亡(乗員15名、乗客249名)、乗客7名重傷

概要:

台北発、名古屋行きの中華航空140便は、副操縦士が手動で操縦中に誤ってゴーレバー(推力最大)を作動、ゴー・アラウンド・モードになり解除できずに水平飛行を続けた。その後、機長が操縦に操縦を代わったが、通常の着陸高度までは戻れなかった。そこで、ゴー・アラウンドを決めたが、水平尾翼が機首上げ状態になっていたため、推力増大に伴い機体は急上昇し失速、尾翼から墜落した。この事故で、全乗員15名と乗客249名の計264名が死亡、救出された乗客7名も重傷を負った。

要因:

事故には、機体の自動操縦と手動操縦の逆作用を主とする技術的要因や、機長と副操縦士の役割分担の逆転などの人的要因など、複数の要因が関係している。

以下に主な要因について述べる。

①技術的要因

- ・ 自動操縦と手動操縦の両操縦系統間における制御の食い違い、また両系統の制御が同時に入力されたことを乗員に知らせるための警報装置未設置
- ・ 自動着陸やゴー・アラウンド・モードの際、人間よりコンピュータの命令が優先される機体の設計
 - … 機首を下げようとする乗員による操縦桿の操作に反し、コンピュータに制御された 水平尾翼が機首上げの方向に反発し続けた

②人的要因

- ・ 副操縦士による誤ったゴーレバーの作動
- ・ 乗員によるオートパイロットシステムの理解不足
- ・ 機長と副操縦士の役割分担の逆転
 - … 機長:オートパイロットで操縦していること認識していなかった。また、手動操縦により、オートパイロットが解除できると誤って認識していた。さらに、指示したことが確実に実施されているか、副操縦士に確認することを怠った。
 - 副操縦士:モード変更できないことと、操縦桿が意図通りに反応しないことを、機長に正確に報告しなかった。

③組織的要因

- ・ エアバス社の情報に対する中華航空の対応の遅れ
 - … 同型機では1991年までに同様の事故が3件発生していた。そこで、エアバス社は1993年に、ゴー・アラウンド・モード時に手動操縦が行われた場合は、自動操縦が切れて手動が優先されるよう、同型機のコンピュータソフトの改修を航空会社に推奨していた。中華航空は、改修計画はあった

ものの緊急性はないものとし、当該機のフライトコンピュータの修理の際に実施することにした。

⑬ アメリカン航空 (B757) 飛行運行システムの入力ミスによりアンデス山脈への墜落事故

日時: 1995 年 12 月 20 日 (水) 21:45 ごろ

場所: コロンビア、エル・デルピオ山中

被害: 死者 159 名

概要:

アメリカン航空 B757 型機はマイアミからコロンビア・カリに向かう途中、カリ近郊のエル・デルピオ山東斜面付近の樹木に接触し、西斜面の頂上付近に墜落した。

この事故で乗客 155 名、乗員 2 名、客室乗務員 6 名の計 163 名のうち 159 名が死亡した。

要因:

事故は、機長がコンピュータのソフトの入力ミスにより、本来の経路とは異なるコースを飛行してしまったことが発端である。その背景には以下のような要因が指摘されている。

- ・ 事故機はマイアミ空港を 2 時間遅れで出発していたため、機長は遅れを取り戻したかった。
- ・ 機長は管制官から指示されたコース (ROZO 経由) を選択し、飛行運行システムのコンピュータに「R」と入力した。機長は飛行支援システムによる自動操縦を盲信して、当然「ROZO」のつもりで「R」だけ入力したが、コンピュータは頭文字だけ入力するとその付近で頻度が高いコースを選択するように設計されていたため、「ROMEO」を選択した。
- ・ コンピュータのコースのデータベースに問題があり、使用頻度の低い ROZO 等のコースはコンピュータの別ファイルに保存されていた。そのため、たとえ機長が「ROZO」と入力していたとしても、ファイルの操作に手間取った可能性がある。
- ・ このデータベースの問題は、事故が発生する 11 ヶ月前にソフトウェア製造会社が警告していたが、変更されていなかった。
- ・ 機長はコンピュータを信じ操縦を任せきりにしたことと、夜間で周辺が見えなかったため、誤ったコースを飛行していることに気がつかなかった。そのためまったく違うコース (アンデス山脈山中) であるにもかかわらず、空港への進入操作 (降下のためにフライトスポイラーを開く) を開始してしまった。
- ・ 機長はコースが誤っていることに気付き、コースの修正を行ったが既に山脈地帯に入っており、GPWS (Ground Proximity Warning System) が地上への接近を警告し始めていた。GPWS の警告に慌て、フライトスポイラーを閉じる操作をしなかった。そのため、上昇の操作をするものの上昇することができず山に墜落した。

⑭ ガルーダ・インドネシア航空(DC-10)離陸時の判断ミスによるオーバーラン事故

日時:1996年6月13日(木) 12:00ごろ

場所:福岡県、福岡空港

被害:死者3名(すべて乗客)、重傷18名(乗員2名、乗客16名)

概要:

福岡空港発バリ国際空港行きのガルーダ・インドネシア航空865便(DC-10型機)は、滑走して離陸のための機首上げ動作(ローテーション)直後に、第3エンジンが故障した。既に離陸を続行しなければならぬスピードまで加速していたが、機長は離陸を中断し、滑走路をオーバーランして大破炎上した。その結果、乗員・乗客275名のうち、乗客3名が死亡、乗客16名と乗員2名が重傷を負った。

要因:

事故は、エンジン故障時の機長の状況判断が的確ではなかったことが直接的な原因とされている。その背景には、訓練内容やスケジュールが的確に実施されていなかった可能性が指摘されている。また、エンジンの故障についても、使用サイクル数を制限することが推奨されていたが、守られていなかったことなど、整備上の問題も指摘されている。

事故に関連する主な要因は以下の通りである。

- ・ 第3エンジンの故障は、高圧タービンプレードの破断から発生した。高圧タービンの第1タービンプレードの酸化による疲労破壊が原因であった。
- ・ 事故機と同型のエンジンでは同様のブレード破壊が1990年10月から96年4月にかけて21件発生しており、エンジン製造会社では、総使用6,000サイクルを目安にブレードを破棄する管理方式を推奨していたが、6,000サイクルを超えて使用していた。
- ・ 同機のエンジンの整備はKLMオランダ航空に委託していたが、オランダ航空の整備方針では、工場の組み立て時に総使用サイクルが6,000未満であれば、エンジンに組み込むこととされていた。エンジン使用中に6,000サイクルを超えることは予測可能であったが、整備部門と運航部門の連携が不十分であったために、タービンプレードの情報が伝わっていなかった。
- ・ 事故機は離陸開始後加速を続け、 V_1 を超えた。機長は機首上げ操作を行い、副操縦士が「ローテート」(機首上げ操作を示すコール)を行った直後、第3エンジンの故障が発生した。機長はこのとき推力の低下を感じ、離陸が不可能と判断し着陸を決断した。
- ・ ガルーダ・インドネシア航空の運航マニュアルには離陸中断は V_1 未満のスピードまでとされていたが、機長は運転を中断した。この背景には、定期技量審査や実技訓練の実施項目が適切ではなく、特に V_1 直後のトラブル対応を模擬した訓練は実施されていなかったことがあげられる。

また、機体炎上後の緊急脱出時の乗務員の対応についても、パワーメガホンやファーストエイドキットが使用されなかったことなど緊急脱出時の対応が不十分だったこと。さらに、運行乗務員の緊急脱出訓練の定めが無いなど、緊急脱出に関する安全対策が不十分であったことが指摘されている。

⑮ バリュージェット(DC-9)火災発生によるマイアミ近郊墜落事故

日時:1996年5月11日(土) 14:13(米国東部夏時間)

場所:アメリカ合衆国 フロリダ州 マイアミ

被害:死者110名(乗員5名、乗客105名)

概要:

マイアミ国際空港を離陸したマイアミ発アトランタ行のバリュージェット航空592便(DC-9型機)が、前部貨物室内の火災によって操縦不能に陥り、空港から約20km離れたエバーグレイズ湿地帯に墜落した。墜落による衝撃は機体が小さな破片に分解するほどで、搭乗していた乗員5名、乗客105名、計110名の全員が死亡した。

要因:

火災原因は、バリュージェット社の社用貨物としてこの貨物室に積載されていた緊急用客室酸素発生器の作動である。この緊急用客室酸素発生器は、バリュージェット社が同年初めに購入した中古のMD-83型機から使用期限切れのため取り外されたものである。同社が整備・交換を依頼したセイバーテック社では、未使用酸素発生器の作動を防止する安全キャップを装着しないまま、これをバリュージェット社に返還した。このため、社用貨物として積載された酸素発生器が貨物室内で作動、化学反応による約260℃の熱と発生した酸素によって周囲に積載されていた着陸タイヤが燃焼して貨物室付近を走る電気系統が損傷し、操縦不能に陥った。

こうした事態をもたらした主な要因としては、以下のような点が指摘されている。

- ・ バリュージェット社は、整備を外注するに際してセイバーテック社に機体整備マニュアル及び整備作業カードを引き渡した。このうち整備マニュアルには、酸素発生器の取り外し作業と貯蔵・処分作業のいずれの作業についても安全キャップの装着が明記されていたが、整備作業カードには取り外し作業時のみ安全キャップ装着が記されており、貯蔵・処分に関しては記載されていなかった。
- ・ セイバーテック社では、当該酸素発生器の取り外し作業は初めての作業であり、また、安全キャップは契約上バリュージェット社から支給される部品だったため、安全キャップの在庫がなかった。取り外し作業に当たった作業員の中には、安全キャップ装着の必要性を知っている者もいたが、在庫がないため対応できなかった。
- ・ 同じ型の酸素発生器でも、近年製造されたものに関しては取り扱いに関する警告ラベルが貼付されていた。しかし、当該酸素発生器は有効期限切れのものであったため、これらの警告ラベルが貼付される以前に製造されたものだった。
- ・ 作業カードに作業完了のサインをした担当者は、期日通りに作業を終了することや、当該整備作業を行った機体の耐空性にも注意が集中し、機体から取り外した酸素発生器の安全性確保には注意が向かなかった。このため、実際には安全キャップを装着していないにもかかわらず、その作業も1項目として含んでいる作業カードへ完了のサインを記入した。
- ・ 取り外された酸素発生器は段ボール5箱に入れたまま、しばらくセイバーテック内のバリュージェット

社用待機場所に放置された。本来は、バリュージェット社より担当者が来て、これら部品の取り扱いについて決定することとなっていたが、担当者の来訪期日が延期され、一方でセイバーテック社は顧客による現場訪問予定を抱えていた。このため、積み出し担当事務員が改めて箱詰めしなおし、発送準備をすることとなった。

- 取り外された酸素発生器には、「修理」を示す緑色のタグが取り付けられたが、セイバーテック社内ではラベルの色分けとその意味が徹底されていなかった(緑色タグが不足した場合は白色を代用したりしていた)。このため、貨物積み出しを担当する事務員は「空き容器」とであると誤解し、酸素発生器を詰めた箱に「酸素容器・空」と記入した荷札をつけた。
- 592 便の前部貨物室に積み込まれた酸素発生器の 1 つもしくは多数は、積み込み作業後の振動により作動し、酸素を発生するとともに化学反応により約 260℃に発熱した。このため、隣接して積載されていた交換用の主脚タイヤが部分的に燃えて破裂、延焼した。
- 前部貨物室はクラス D と区分されており、煙感知装置及び消火装置は設置されていなかった。連邦航空局は(FAA)は、国家交通安全委員会(NTSB)の度重なる勧告にもかかわらず、航空会社のコスト負担などに配慮して、貨物室への煙完治装置及び消火装置の義務づけを行わなかった。

⑩ JAL(MD-11)志摩半島上空での機体乱高下

日時:1997年6月8日(日) 19:48ごろ(日本標準時)

場所:三重県志摩半島上空

被害:死者0名、負傷者12名(重傷4名、軽傷8名、うち重傷1名が1年8ヶ月後に死亡)

概要:

香港発名古屋行き日本航空706便(MD-11型機)が志摩半島上空を降下中、高度約5,100mの地点で機体が突然大きく乱高下した。その数分前にはシートベルト着用サインが点灯していたが、客室内の一部乗客と客室乗務員の全員がベルトを着用していなかったため、この衝撃により12名が負傷した(うち重傷4名、1名は意識不明の重体のまま1年8ヶ月後に死亡)。

要因:

急激な乱高下の原因は、気象状態による急激な風速の変化を発端としている。これが計5回におよぶ激しい上下動を引き起した要因としては、以下のような点が挙げられる。

- ・ 事故機は当時、自動操縦装置により操縦されていたが、自動操縦装置が使用する対気速度の情報はフィルタ処理のため時間遅れが生じるものだった。このため、急激な風速の変化による対気速度の急上昇に自動操縦装置が追従できず、機の対気速度は最大運用限界速度(操縦士が故意に超えてはならない速度)を超過した。
- ・ 最大運用限界速度に至る以前から、対気速度の急増を見て、機長はスポイラー展開(スピードブレーキ)操作を行ったが、対気速度は減少しなかった。
- ・ 減速操作が功を奏さず対気速度がさらに増加して最大運用限界速度を超過するという混乱の中で、機長は操縦桿を引き上げたものと考えられる(ただし機長本人は、自らの操作を否定している)。
- ・ 同機は、操縦桿を50ポンド(約22.5kg)以上の力で1秒以上続けて操作すると自動操縦装置が自動的に解除される(オーバーライド)設計となっていたため、機長による操作の結果、自動操縦装置が解除された。
- ・ 同型機では、過去にインシデント事例が3件発生しており、これを受けて自動操縦装置を操縦桿操作によってオーバーライドすることは規程上で禁止されていた。
- ・ MD-11型機は、その設計思想として「抵抗を減らし燃費を向上する」ことが考えられており、そのために燃料を後部タンクに移動させて重心を後方へ移すための装備を持つとともに、水平尾翼が小さく設計されていた。一方で、こうした設計のため縦方向の安定性が低くなることから、飛行制御コンピュータ(Flight Control Computer;FCC)による自動操縦が基本となり、縦安定増強システム(Longitudinal Stability Augmentation System:LSAS)が装備されていた。また、特に高々度では、わずかな力での操縦桿操作で機体が大きく反応する特質のあることが判明し、これを補正するためにLSASにピッチレートダンパーという機能(高々度では操縦桿の力をダンピングする機能)が追加されていた。

また、降下中の気流の乱れはあらかじめ予想されていたため、機長(及び副操縦士)は飛行前ブリーフィングや降下開始前の指示により、ベルト着用サインの点灯後は速やかに着席しベルト着用をするよう再

三にわたり客室乗務員に伝えていた。それでも、ベルト着用サイン点灯後にもかかわらず客室乗務員が全員ベルトを着用していなかった要因としては、以下の指摘がある。

- ・ 客室本部では、機内販売の売上目標が設定され、販売成績による評価(報奨金・人事考課)がなされていた。また、サービスの中断などにより旅客からクレームが出されると、その理由がベルト着用サインに基づく着席であっても詳細な報告や事情聴取が求められることとなった。これらのため、機長の指示や規程よりも、機内販売やサービスを重視する風潮が醸成されていた。

⑰ カンタス航空 (B747) バンコク国際空港オーバーラン事故

日時: 1999年9月23日(木) 22:47(タイ現地時間)

場所: タイ国 バンコク

被害: 人的被害なし

概要:

シドニー発バンコク行のカンタス航空 001 便 B747-400 型機が、バンコク国際空港へ着陸に当たり、滑走路をオーバーランした。着陸の際に接地が遅れた上、降雨により浸水していた滑走路で車輪がハイドロプレーニング現象を起こしたことなどが、その原因である。

要因:

オーバーランの原因は、パイロットが着陸の設定としてフラップ 25/アイドルリバーズ(エンジンによる逆噴射なし)を選定した結果、滑走路が浸水してタイヤがハイドロプレーニングを起こしている中で適切に機を停止することができなかったことによる。乗員がこのような設定を選定したのは、カンタス航空のプロシージャーにそのように定められており、また今回のように濡れた滑走路へ進入・着陸について十分な訓練を受けていなかったことによる。調査の結果、「フラップ 25/アイドルリバーズ」では、本事故発生時における滑走路状態での安全な着陸はできなかったとされている。

オーストラリア運輸安全局が行った事故調査では、この背景に存在するカンタス航空社内の組織的要因として、以下のような点が指摘されている。

- ・ カンタス航空では、1996年12月にB747-400型機の進入・着陸プロシージャーを変更し、フラップ 30からフラップ 25、リバーズスラスト(逆噴射)からリバーズアイドル(逆噴射なし)としたが、この変更の目的は、ブレーキ整備費、シドニー空港騒音課徴金、スラストリバーサー整備費などのコスト削減であった。
- ・ 上記のプロシージャー変更の際し、カンタス航空は機体メーカー(ボーイング社)に対する問い合わせを行わず、同様のプロシージャーを採用している他の航空会社2社の調査も不完全だった。このため、プロシージャー変更によって生じる安全上の問題に気づくことができなかった。
- ・ 検討内容及びその経緯に関する記録が組織的に行われておらず不十分であり、例えば「フラップ 25での進入に関するシミュレータ訓練は実施しない」という重要な事項について、その決定の理由・時期が文書に残されていないなど、検討が組織的に行われていなかった。
- ・ 新規プロシージャー導入後の評価が表面的・非公式で、乗員は意見を寄せるよう要請されていたが報告はわずかだった。また寄せられた意見の多くは否定的なものだったが、変化を好まない少数意見として無視された。

⑱ JAS(DC-9)羽田空港新B滑走路に誤認着陸

日時:2000年2月28日(木) 16:10

場所:日本 羽田空港

被害:人的被害なし

概要:

北九州発羽田行きの日本エアシステム346便(DC-9型機)が、羽田空港で工事中の使用前滑走路に誤って着陸した。出発前及び運航途中でのブリーフィングにおいて、滑走路の新設工事に関する航路資料の確認を怠った事や、副操縦士が操縦に、機長は副操縦士の指導に専念し、計器や外部の監視がおろそかになったことが要因とされている。

要因:

①滑走路の新設工事に関する航路資料の未確認

… 機長も副操縦士も滑走路の新設工事については承知していたが、出発前ブリーフィングで航路資料を取り出して確認することを行わなかった。また、ランディング・ブリーフィングでもその確認を行わなかったために、新B滑走路(新設)の橋脚の影をB滑走路のものと誤認し、機体が新B滑走路に正対している事に気づかなかった。

②適正な業務分担の崩れ

… 自らの操縦でB滑走路へ着陸するのが初めてだった副操縦士は、操縦に専念していた。また、機長は副操縦士の指導に専念していた。このため、機長は外部や飛行計器の監視が疎かになりB滑走路の進入灯は点灯、新B滑走路の進入灯は非点灯、滑走路上の禁止標識、滑走路末端付近に車両がいること等に気づかなかった。また副操縦士もそれらに気づいていなかった。

⑱ エールフランスコンコルドエンジン火災による墜落事故

日時:2000年7月25日(火) 16:46ごろ

場所:パリ シャルル・ドゴール空港

被害:死者113名(乗員9名、全乗客100名、地上にいた4名)、重傷6名(地上にいた6名)

概要:

シャルル・ドゴール空港発ニューヨーク行きのエールフランスのチャーター便は、離陸を開始した直後、主翼下のエンジン部分から出火して操縦不能となり、滑走路端から西約9.5kmのホテル敷地内に墜落した。この事故により、乗客100名、乗員3名、客室乗務員6名、ホテルの敷地内にいた4名が死亡した。

要因:

事故は、事故機の約5分前に離陸したコンチネンタル航空DC-10機が滑走路に落とした部品を事故機が離陸する際に踏んだことを発端として、タイヤが破裂し、その破片が燃料タンクを損傷させたことによって発生した。燃料タンクは、損傷により壁が変形するとともに、タイヤの破片の衝突による燃料内を伝わる衝撃波がタンクの強度を超えたため、タンクが内側から破壊して燃料漏れが発生した。漏れ出した燃料は主脚周りに乱流を作り引火した。その結果、第2エンジンに火災が発生する警報がなり(乗員によりエンジン停止)、漏れた燃料や高温ガスを吸い込んだ第1エンジンの推力が低下により機体の姿勢が急激に変化し、第3,4エンジンへの十分な空気供給が行われず推力が低下し、機体の制御が不可能な状態となり墜落した。

事故の直接的な原因は、滑走路に落ちていたDC-10型機の部品を踏んだことである。この部品は、DC-10型機の第3エンジンのスラストリバーサーのカウリング(覆い)の一部であった。DC-10型機の整備記録から、2000年6月11日のオーバーホールの際に、この部品を交換したが、その部品はメーカーの正規部品ではなく、航空会社が独自に製造したものであった。

一方、事故機はタイヤの事故が57件報告されていた。そのうち燃料タンクを損傷させた事故は6件発生し、1979年6月14日には今回と類似した事故が発生していた。当時の事故を受けて、タイヤと主脚などの材質の改善は行われたが、燃料タンクの改善は行われていなかった。

⑳ シンガポール航空 (B747) 台北・中正国際空港離陸失敗

日時:2000年10月31日(火) 23:17(台北現地時間)

場所:台湾・台北 中正国際空港

被害:死者83名、負傷者71名(重傷39名、軽傷32名)

概要:

台風20号の近づく台北・中正国際空港で、台北発米国ロサンゼルス行きシンガポール航空006便(B747-400型機)が、誤って工事中のため閉鎖中の滑走路から離陸しようとした。同機は、滑走路にあった工事用機材に衝突して墜落・炎上、乗員乗客179名のうち、83名が死亡、71名が負傷した。この事故は、シンガポール航空にとって、1972年の設立以来初の死亡事故となった。

要因:

この事故の原因は、操縦していた機長が地上走行中に自機の位置を誤認し、許可された滑走路05Lではなく、1つ手前の滑走路05Rへ進入して離陸したものである。機長はじめパイロットは、事前情報により滑走路05Rの閉鎖(誘導路としてのみ一部使用)については把握していた。

パイロットがこのように正しい滑走路を選択できなかった要因としては、以下の点が指摘されている。

- ・ 中正国際空港の管制に関する規程では、視程2,000m以下の場合、管制官は航空機に対し「管制塔から空港の一部が視認不能であるため、地上走行に注意」という注意喚起を行うこととなっていた。しかし当該機担当の管制官はこの注意喚起を行わなかった(実施していれば、乗員が地上走行により注意を払った可能性がある)。
- ・ 特に機長が誘導路N1上を滑走路05L方向へ直進せず05Rへ旋回した理由として、誘導路中心灯が直進方向には途切れており、05Rへ続く右方向のみがあったことがあげられる。
- ・ 台風が接近中の悪天候下での離陸だったため、台風接近前に離陸しようとする切迫感や、強風・低視程、滑りやすい滑走路状態などがパイロットの意志決定能力・状況認識能力に悪影響を与えた可能性がある。
- ・ 空港設備に関して、以下の不備等が関連するリスク要因としてあげられている。
 - － ICAO(国際民間航空機関)の規程が不十分・曖昧だったため、滑走路入口への警告や標識などが十分に示されていなかった。
 - － 同空港の誘導灯、滑走路ガード灯など空港施設設備には、国際標準レベルに達していないものがあったが、そうした状況に関する注意喚起は行われていなかった。
 - － 台湾航空当局には監査部門がなく、上記のような空港の状態の監査・評価が行われていなかった。
 - － シンガポール航空の訓練・マニュアル等では、低視程下の地上走行などへの対応が不十分だった。
- ・ 滑走路05R上の工事区域周辺囲いは、ICAO規程に反して壊れやすいものとなっていた(壊れやすいものであれば衝突による機体の損傷を最小限にできた)。

②① JAL(B747)と(DC-10)管制ミスによるニアミス

日時:2001年1月31日 15:55ごろ

場所:静岡県焼津市 駿河湾上空

被害:907便:重傷9名(乗員2名、乗客7名)、軽傷91名(乗員10名、乗客81名)

958便:人的被害なし

概要:

東京国際空港から那覇空港に向かっていた907便と、釜山国際空港から新東京国際空港に向かっていた958便が接近した際、静岡県焼津上空約35,500フィート～35,700フィートで異常接近した。双方が目視による回避操作を行った際、機体の動揺により、907便において、乗員2名と乗客7名が重傷、乗員10名と乗客81名が軽傷、機内の一部が小破した。一方958便では負傷者は出ず、機体への損傷もなかった。

要因:

事故は、907便と958便の接近を示すCNFが作動した際に、東京空港交通管制部の管制官が2機の便名を取り違えて上昇中の907便に下降指示を発出したこと、またその直後907便ではTCAS(航空機衝突防止装置)において上昇を指示するRA(回避指示)が作動したが、引続き管制に従って下降操作を継続したことが直接的な原因である。一方の958便でもTCASが作動し、RAの下降指示に従って下降したため、異常接近が起きた。

この事故の背景には、以下のような要因が指摘されている。

①技術的要因

- ・ 規定の管制間隔が維持できなくなる3分前に作動するはずのCNFが、約2分30秒遅れて最接近の約1分前に作動したため、管制間隔を維持することが極めて困難となり、両管制官を心理的に動揺させた。

②人的要因

○管制官

- ・ 事故当時、管制にあっていたのは、訓練中の管制官と訓練監督者だった。
- ・ 2人の管制官が管制していたのは、航空交通が輻輳している関東南Cセンターであった。
- ・ 2人の管制官は、管制と通信設定が終了していない他機や、便名の類似した他機との交信に意識が向いていたこと、また訓練の説明を行っていたためにレーダー表示画面上で交通状況の確認を行わなかったことなどから、958便を失念していた。
- ・ CNFの作動に対して心理的に動揺し、訓練中の管制官は意図した便名と異なる便名を発し、訓練監督者も訓練者の便名の取り違いに気づけなかった。また、907便から降下指示の復唱があったとき、両者とも便名の取り違いに気づけなかった。

○907便 乗員

- ・ 907便は、RAの上昇指示に反して下降操作を継続した。この理由としては、次の4点があげられる。

- － 既に管制官からの指示に従って下降操作をしていたため、一旦実施していた操作から RA の上昇指示に変更することが心理的に難しかった。
- － 907 便の高々度における性能に対する懸念などから下降することが適切と判断した。
- － 管制指示を重視し RA に対して逆操作を行うことの危険性について、認識が不十分だった(訓練不足を含む)。

③組織的要因

- ・ TCAS における RA に従うべきこと及び RA に反する操作を行うことの危険性について、特に「乗員が相反する管制指示と RA を同時に受けた際に、RA に従うべきこと」という事項が、乗員の運航に関する規定類に明記されていなかった。

なお、本事故の発生は機内サービスが開始されたころであり、シートベルト非着用者が多数存在したことから、機体動揺時に身体が跳ね上げられて落下し、被害が拡大したことが明らかになっている。

②② バシキール航空機と DHL 貨物機 管制ミスによる空中衝突事故

日時:2020年7月1日(月) 23:35 ごろ

場所:ドイツ南西部ユーバリンゲンの上空

被害:死者 71 名(乗員 14 名、乗客 57 名)、

概要:

モスクワ発ミュンヘン経由バルセロナ行きバシキール航空 Tu-154M 型機と、バーレーン発ベルガモ経由ブリュッセル行きの DHL(アメリカの航空輸送会社)の貨物輸送機 B757 型機が、ドイツのコンスタンツ湖近く上空で空中衝突した。この事故で、バシキール航空機の全搭乗者 69 名(乗客 57 名、乗員 12 名)と、DHL 航空機の全乗員 2 名の計 71 名が死亡した。

要因:

事故は管制官が両機の運航状況を十分に認識できていなかったこと、及びバシキール機の乗員が TCAS の上昇指示後も管制官の指示に従い降下を続けたことが直接的な原因である。事故当時、両機はともに同高度を飛行し、両機の管制をチューリッヒ管制センターが行っていた(バシキール航空機は衝突の 5 分前にドイツの管制から引き継がれていた)。バシキール機に TCAS は上昇を示していたものの、管制官の指示に従い高度を下げた。また、一方の DHL 機の TCAS は降下を示したため高度を下げた。その結果、両機とも同高度に降下してしまい衝突した。

この事故の背景には以下のような要因が指摘されている。

- ・ 事故当日は管制センターのシステムの保守工事のため、管制システムを代替モードで使用することとなっていたが、ブリーフィング時に管制官に対し詳しい説明が無かった。また、工事開始前に工事監督者からも詳しい説明が無かった。
- ・ 管制センターの夜間勤務の人員配置が不足しており、管轄する全空域の航空管制に対して 2 名で対応しなければならなかった。
- ・ 交通量が少なくなった時間帯に、管制官が交代で休憩し、すべての管制業務を 1 人で実施する習慣があった。この習慣を会社のマネジメント部門は黙認していた。そのため、事故当時も 1 名が休憩に入り、アシスタントは配備されていたものの、残りの 1 名のみで管制を実施しなければならなかった。
- ・ 事故当時、両機の管制のほか、到着が遅れていた A320 の空港への進入管制も行う必要があった。また、空港との連絡の際に電話回線が不通でその問題解決に集中してしまった。
- ・ 事故当時は TCAS の指示と管制指示が相反する場合の対応に関する規定が不明確であった(航空システムにおける TCAS の位置づけが不明確な部分が見受けられた)。

②3 JAS (A300) 青森空港オーバーラン事故

日時:2003年2月20日(木) 20:54ごろ

場所:青森県青森市 青森空港

被害:負傷者1名(軽傷)

概要:

東京(羽田)発青森行き日本エアシステム169便(A300-600R型機)が、青森空港の滑走路24に着陸後、滑走路内に停止できずオーバーランした。同機には、機長以下乗員9名、乗客141名が搭乗していたが、このオーバーランにより乗客1名が軽傷を負った。同空港では、3年前の2000年3月9日にも同社の751便(DC-9型機)がオーバーランを起こしていた。

要因:

事故の原因は、追い風・降雪の中、雪で覆われた滑走路に着陸する際、設定した最終進入速度(V_{TG})を大きく上回る速度で進入したため、接地直前にフローティング状態(浮いた状態)となり、接地点が延びて滑走路内に停止できなかったものとされている。接地後にリバーティッド・ラバー・ハイドロプレーニング(滑走路が湿潤・雪氷状態のときにタイヤが継続的にロックすることにより、摩擦熱で蒸気が発生し、その蒸気の圧力によってタイヤが滑走路面から浮き上がって摩擦が著しく減少する状態)が発生し、地上滑走距離が延びたこともオーバーランの一因となった。

進入中、副操縦士は最終進入速度を大きく超過している状態や接地点が延びている状態について注意喚起のコールを行ったが、機長は着陸復行を行わなかった。その背後にある主な要因としては、次の事項が挙げられている。

- ・ 最終進入速度は、個々のパイロットの判断により設定できることとなっており、明確な計算方法がマニュアル等に定められていなかった。
- ・ 機長は、姿勢安定や滑走路との位置関係の把握に注意を集中しており、最終進入速度厳守の重要性やオーバーランの可能性に関する認識が不十分だった。
- ・ 運航乗務員は、あらかじめ「滑走路のどの位置までに接地するか」という接地点の目安について定めていなかった。
- ・ 同機は折り返し青森発東京行の便として飛行する予定となっており、一方で青森空港の運用時間が21時30分までで時間的余裕がないことから、機長には着陸しなければならないという思いがあった可能性がある。

②4 ANA(B767)指定高度逸脱

日時:2005年6月5日(日)

場所:長崎空港-東京羽田間

被害:人的被害なし

概要:

長崎発羽田行きの全日空 664 便(B767-300 型機)で、上昇中に左右のエアデータコンピュータ(Air Data Computer;ADC)の示す速度計・高度計の数値が不一致となる異常が発生、パイロットは機長側ADCの不具合と判断して、データ源スイッチをALTN(Alternate:代替側)に切り替え、運航を続けた。

同機は通常どおり羽田へ着陸したが、後日の検査により不具合が生じていたのは機長側ではなく副操縦士側のADCであったことが判明、誤った高度計指示に従って、実際には管制から指示された高度(29,000ft)より高い34,000ft付近を飛行していたことが裏付けられた。

要因:

このトラブルは、副操縦士側のADCに接続する配管の水抜き装置に接続不良があり、そこから外気より気圧の高い機内空気が入り込んだために高度計・速度計の数値が異常を示したことが原因である。

この原因が指定高度逸脱へつながった主な要因として、以下の点が指摘されている。

- ・ 左右ADCの高度不一致時に利用するチェックリストには、いずれのADCの不具合かを特定する手順が示されていなかった。このため機長は、上記のチェックリスト実施の途中で、自らの判断により機長側ADCのデータ源スイッチをNORM(Normal:通常側)からALTNに変更して確認を試みた。
- ・ B767型機にはADCは2台のみであり、機長側ADCをALTNに変更すると副操縦士側ADCに接続することとなっていた。しかし機長はADCがバックアップも含めて3台搭載されていると誤認し、ALTNへの切り替えによりバックアップに接続した結果、副操縦士側の値と合致したことから、機長側ADCの不具合であると認識した。
- ・ 副操縦士はスタンバイ計器の速度計を参照して操縦しようとしたが、機長はスタンバイ計器が非常に高い高度を示していたことから不審を抱き、メイン高度計を参照して操縦するよう指示した。
- ・ 機長からの状況報告を受けた地上整備支援者は、機長がすでにチェックリストを用いて機長側ADCの不具合を特定したと思い込み、それを支持する回答をした。
- ・ 機長は管制官にも高度確認の問い合わせを行ったが、管制官の参照するレーダーの数値は副操縦士側のADCから送信された値であったため高度異常は発見されず、かえって機長に機長側ADCの不具合を確信させるものとなった。
- ・ 確認のための左右ADCスイッチ切り替え操作により、管制レーダー上の値が大きく変動して管制官からチェック要請が入ったため、スイッチは元に戻された。
- ・ 副操縦士は、スタンバイ計器との値を比較して機長側ADCが正常ではないかと疑問を持ったが、地上整備支援者の判断もあって確信できず、機長にアドバイスできなかった。

②5 JAL 羽田空港管制ミスによる誤着陸

日時:2005年4月29日(金) 21:40ごろ

場所:東京、羽田空港

被害:人的被害なし

概要:

羽田空港の管制チームが、帯広空港発羽田空港行き JAL1158 便に対し、工事で閉鎖中の滑走路(34L)に着陸を指示し、1158 便は指示に従い閉鎖中の滑走路に 21 時 39 分ごろ着陸した。また、1158 便の後続機の JAL1036 便に対しても、同様に 34L 滑走路への着陸を指示したが、着陸直前に滑走路閉鎖に気付きゴー・アラウンドを指示、1036 便は適切な滑走路(34R)に着陸した。両機の乗客、乗員に負傷者は発生しなかった。

要因:

本事象は、羽田空港を担当した管制チームが、34L 滑走路の閉鎖に気付かなかったことが直接的な原因である。その背景には以下のような要因が指摘されている。

- ・ 管制チームの NOTAM(Notice to Airmen:安全運行のための情報)担当者は当日のブリーフィング時に A 滑走路(34L)の閉鎖にかかる航空情報(AIP 補足版)を確認しなかった(34L 滑走路の閉鎖は AIP 補足版に記載されていた)。
 - － ブリーフィング時の航空情報の収集・周知について、ノータム確認については明確に処理手続きが定められているが、AIP 補足版等他の航空情報についての処理手続きが定められていなかった。
 - － ブリーフィング時に、航空情報担当が AIP 補足版の確認をしていないことについて、次席管制官が気付かず、ダブルチェック体制が機能していなかった。
- ・ 当該チームは午後勤務中に同滑走路が閉鎖されることは無いと思い込んでいた。
 - － 過去(前年度実績)夜間勤務帯である 23 時以前に計画的に A 滑走路を閉鎖した事例は無かった。
 - － 滑走路閉鎖開始時間(21:30)は、工事実施の調整を行っていた段階(2005年1月)では夜間勤務帯(20:00～8:30)であったが、2005年4月8日より新勤務時間に変更となり、午後勤務時間帯(15:00～21:45)にも滑走路閉鎖時間が重なってしまうこととなった。
 - － A 滑走路の閉鎖にかかる航空情報は、4月4日には文書で周知されていたが、午後勤務帯に滑走路が閉鎖になるとの明確な認識が無かった。
 - － 周知後、当該チームが経験した3回の午後勤務帯では、曜日が異なっていたため滑走路の閉鎖が無かった。
- ・ 当該チームに滑走路閉鎖情報が十分に入らなかった。
 - － 滑走路等運用制限整理簿など他の情報の共有が十分でなかった。
 - － 滑走路等運用制限整理簿は、1日1回作成されるが、午後勤務帯では使用していなかった。
 - － 閉鎖は基本的な航空情報であり、運航担当者は管制官が当然知っていると思った。

②6 JAL (B767)ドアモード変更忘れ

日時:2005年3月16日(水)

場所:東京国際空港(羽田) 札幌・新千歳空港間

被害:死者0名、負傷者0名

概要:

東京(羽田)発新千歳行き日本航空1021便(B767-300型機)で、客室乗務員が離陸前に行うべきドアモード変更(ドアを開くと脱出用シュートが自動展開するようアームドにモード変更する操作)を失念した。このため同機は、4カ所(前部2カ所、後部2カ所)のすべてのドアがデイスアームドのまま飛行した。

ドアモード変更をしていなかったことに気付いたのは、新千歳空港の着陸後、ドアモードをアームドからデイスアームドへ再変更しようとした時だった。また、着陸後も後部ドア担当の客室乗務員からの報告が不的確だったため、運航乗務員への報告は「前部2カ所のドアがデイスアームドのまま運航」という誤報告となった。

要因:

ドアモード変更失念の直接原因は、前任客室乗務員が「ドアモード変更」指示のアナウンスを失念したことによる。また他の客室乗務員も、前任客室乗務員がウェルカムアナウンスを実施していることなどから「ドアモードは変更されているはず」と思い込んだ。

これらの背景で関連する主な要因として、以下の点が指摘されている。

- ・ 当該フライトでは、事前のブリーフィングで「地上走行が短い(ので、短い時用のウェルカムアナウンスを行う)」ことが確認されており、一方で機内はほぼ満席の状態だったため、ドアクローズの時点で客室乗務員は手荷物収納・旅客対応に追われていた。
- ・ ブロックアウト(航空機が駐機スポットから離れること)をできるだけ早めて出発遅延を防止するため、従来は「ドア閉」「ドアモード変更完了」「旅客情報(最終搭乗旅客数、制限旅客の有無)」の3点をまとめて運航乗務員に報告してからブロックアウトする手順であったところを、同年2月から個別に報告する手順に変更されていた。このため、客室乗務員が出発前に行う一連の手順に分断が生じていた。
- ・ 規程では、ドアごとに担当の客室乗務員が定められていたが、ドアモード操作などの代行も認めていた。このため、責任担当者は自分が操作していなくても他の乗務員が操作したものと思い込んだ。

(3) 鉄道分野における事例の分析結果

① ひかり 291 号 車軸固着

日時:1991 年 9 月 30 日 21:00

場所:東海道新幹線 東京駅から 300m の地点

被害:人的被害なし

概要:

定刻通りに出発した「ひかり 291 号(通称、シンデレラ・エクスプレス)」が 300m 進んだところで、15 号車の車軸の固着を知らせる警報ブザーが作動、運転士は一旦停止させたものの、警報をリセットしすぐに運転を再開し、最終的に警報は 8 回作動したが、運転士は三島駅までの約 100km にわたって運転を続けた。なお、乗員・乗客に被害はなかった。

要因:

JR 東海は、車軸の固着について、モーターの回転を車軸に伝える駆動装置が油切れで壊れたためだったと結論づけた。固着した車軸に取り付けられた車輪は、左右いずれも深さ最大 3.2cm(重さに換算して両輪合計約 6kg)削り取られ、平らな面が長さ 30cm にもおよんでいた。このため車両全体が下がり、ATC の信号電流が流れるレールボンドが損傷した。

事故の発生要因として、以下のような内容が指摘されている。

- ・ ひかり 291 号は新大阪行の最終列車であった。運転士は、停止を幾度も繰り返す一方で最終列車の運行スケジュールに追われ、さらに中央列車指令所の指令員からの「替わりの車両のある三島駅まで運行するように」「遅れているので上限速度で走行するように」との指令に、大きなプレッシャーを抱えて運行していた。
- ・ 車輪固着の警報が作動したときの点検マニュアルでは、地上に降りた乗務員が確認することとして、①ブレーキが固着していないか、②車軸の過熱による「軸焼け」が生じていないか、という 2 点が定められており、車軸の固着の点検については記載がなかった。問題の車輪は、マニュアル上は異常がなかったため、中央列車指令所は警報の作動を誤作動と判断し、ひかり 291 号の運転継続を指示した。
- ・ JR 東海では、事故後、点検マニュアルに「列車を車輪 2 回転分だけゆっくりと動かして、車輪の回転状態を確認する」という項目を追加した。

② 信楽高原鉄道線における正面衝突事故

日時:1991年5月14日(火) 10:35ごろ

場所:滋賀県信楽町信楽高原鉄道

被害:死者42名、重傷者614名

概要:

JR西日本の貴生川駅と信楽高原鉄道の信楽駅間(単線)で、信楽高原鉄道の上り列車が赤信号の表示のまま信楽駅を出発し、JR西日本下り臨時快速と小野谷信号所付近で正面衝突した。この事故で、42名が死亡、614名が重傷を負った。

要因:

事故は、信楽高原鉄道の上り列車が、青信号が表示されない状態であるにもかかわらず、代用閉塞の手続き(信号にトラブルが発生した場合、係員を派遣し人間の手により列車の停止、発車を指示する方法)を実施せず、発車してしまったことが直接的な原因である。

またその背景には、以下のような要因が指摘されている(詳しくは、本文4.1(3)を参照)。

- ・ 人員削減・経費削減による影響があった。
- ・ 短期間のみ実施される業務に対する軽視があった。
- ・ JRと信楽高原鉄道が独自に実施した信号工事により、信号の操作状況や列車の運行状況によって、信楽駅の信号が赤に固着してしまう場合があった。
- ・ 信号トラブルの際に代用閉塞手続きを行わず、誤出発検知装置に依存してしまった。
- ・ 協力会社の信号技師との連携ミスがあった。
- ・ JRと信楽高原鉄道の連携が不足していた。

③ 関東鉄道取手駅構内衝突事故

日時:1992年6月27日(火) 08:10ごろ

場所:取手市、関東鉄道取手駅構内

被害:死者1名(乗客)、負傷者256名

概要:

関東鉄道常総線で上りディーゼル列車(乗客約900人)のブレーキが効かない状態となり、取手駅のホームに進入し車止めを乗り越え駅ビルに衝突した。この事故により乗客1名が死亡し、256名が負傷した。

取手駅の一つ手前の西取手駅で発車する際に、常用ブレーキを緩めてもブレーキが解除できず、保安ブレーキコックを閉めて予備ブレーキを解除した。その結果、駅が下り勾配だったため車両が後退し車掌が車掌弁で非常用ブレーキを作動させて停止させた。その後、常用ブレーキの緩み弁を開けて出発し、取手駅に向かって下り勾配の箇所を通過時にブレーキをかけたが減速せず、そのまま取手駅構内に進入し壁に激突した。

要因:

事故の発生要因として、以下のような内容が指摘されている。

- ・ 運転士が、関東鉄道が「鉄道運転士作業基準」で定めた車両故障後継続運転時のブレーキ制動試験(圧力計の確認など)を実施しなかった。
- ・ 西取手駅を出発する際に、保安ブレーキコックも車掌弁も元に戻さなかったためブレーキが効かない状態のまま出発してしまった。
- ・ ラッシュ時で、約13分間停止していたため、運行を優先した。
- ・ JR常磐線と接続する常総線の沿線は、新興住宅地として人口が急増しラッシュが発生するようになっていた。

④ 新交通システム・ニュートラム南港ポートタウン線における無人運転電車の暴走

日時:1993年10月5日 17:30ごろ

場所:大阪府大阪市ニュートラム南港ポートタウン線住之江公園駅

被害:負傷者 215名(乗客)

概要:

新交通システム・ニュートラム南港ポートタウン線で、無人運転の電車(中ふ頭発住之江公園行き、4両編成)が住之江公園駅に接近した際、常用ブレーキが不作動、ATC(Automatic Train Control:自動列車制御装置)により非常ブレーキが作動したものの間に合わず、時速35km/hで通常停止位置から約51m暴走し、車止め緩衝器(鋼鉄製支柱1.7mに硬質ゴム厚さ55cmを取り付けたもの)に衝突した。この事故で、乗客215名が負傷した。

技術的要因:

事故は、ブレーキ電源指令系統にあるリレー器または部品の一時的導通不良によるものと推定された。前から3両目にある中継継電器盤内の、ATO(Automatic Train Operation:自動列車運転装置)常用ブレーキを、ATC常用ブレーキに変換する継電(リレー)器の接点に、荒損(ささくれたような凹凸)ができていたため、継電器に一時的に電流が流れなかった。その結果、ATOからATCへのブレーキ指令信号の変換ができずに常用ブレーキが作動せず、また非常用ブレーキの作動も遅れた。

ニュートラムは運転再開にあたり、リレー器の接点構成の変更と配線の二重化や、ATO・ATC常用ブレーキとATC非常ブレーキの電源の共通化をはかり、ブレーキが確実に作動するよう車両側装置を改良。あわせて、駅進入時の速度を下げるため減速開始位置を50m手前に下げるなど、地上側装置も改良した。

⑤ 東海道新幹線こだま 475 号死亡事故

日時:1995 年 12 月 27 日(水) 18:34 ごろ

場所:静岡県三島市、三島駅構内

被害:死者 1 名(乗客)

概要:

東京発名古屋行き新幹線こだま 475 号が、東海道線三島駅を発車する際、列車に乗ろうとした乗客がいることを確認せずにドアを閉め発車をした。ドアが閉まった際に乗客の指が挟まり、そのままホームの端から 34m 先まで引きずって振り落とした。これにより乗客 1 名が死亡した。

要因:

事故は、乗客の乗車状況を運転士、車掌、駅員が十分に確認しないまま発車してしまったことが直接的な要因である。また、それ以外にも以下のような内容が指摘されている。

- ・ 三島駅のホーム要員としては新幹線助役、輸送主任、乗客係の 3 人が配置されていたが、実際に監視を行っていたのは輸送主任一人だけだった。また、三島駅は見通しがよいとして、ITV(列車監視モニター)が設置されていなかった(事故後 ITV を設置した)。
- ・ 輸送主任は列車に近づいてくる人がいないと判断し、車掌に発車可能であることの合図を出した。その後、被害者が列車に近づき動き出した列車とともに走り始めた。輸送主任はこれを見て危険だと思ったが、見送り客が走っていると思ったため列車停止装置を押さなかった(その後、輸送主任は被害者を見失った)。
- ・ 列車を停車させることができる列車防護装置は、ホームに 50m 間隔で設置されていたが、事故当時、列車防護装置の取り扱いは原則として社員だけに限られ、一般客にはその位置や使い方はわかりにくかった。
- ・ JR 東海では事故当時、ホームで異常が発生した場合に駅員や指令員がどのように対応すべきかを定めたマニュアルが無かった。

また、過去にも今回と類似した「はさまれ事故」も含め、ドア自体に問題があったことも指摘されている。

- ・ 当時の JR 東海の発表によると、3.5mm を超える障害物をドアが感知した場合、運転席に設置された戸閉確認ランプが点灯しない仕組みとなっていたが、今回の事故では戸閉確認ランプが点灯してしまった。
- ・ 事故車両よりも新しい形式では、列車の速度が 5km 以上にならないとドアが密閉されないなどにより安全な仕組みとなっていたが、誤作動等により「はさまれ事故」が発生する事例が報告されていた。

⑥ 英仏海峡トンネル内列車火災事故

日時:1996年11月18日 20:00 すぎ

場所:英仏海峡南側トンネル内 フランス側入り口より約19km 地点

被害:負傷者 8名

概要:

南側トンネルをフランス側からイギリス側に向かっていた貨物シャトル列車のトラックの積荷(ポリウレタン)が発火し火災が発生、トラック15台全焼、車運者5両損傷、8人負傷、トンネルの約1/3が使用不能となった。

事故後21日から北側トンネルを用いて運転を再開、完全に復旧したのは翌1997年6月15日だった。

要因:

事前に作成されたマニュアルでは、「火災発生時には列車は停車せずトンネルを走り抜け避難線へ向う」「万が一停車をした際には、貨車を切り放し、機関車と客車を守る」といった対策が定められていた。しかし、火災に伴う電気系統の故障などから、それらが全く実行できなかったことが、被害を生んだ主な要因とされる。また、フランス・イギリス間、また消防隊・消防署間の消防活動における若干の齟齬も、被害に影響を与えたと考えられる。

⑦ 大月駅における特急列車と回送電車の衝突事故

日時:1997年10月12日 20:02

場所:山梨県大月市 JR 中央線大月駅構内

被害:負傷者 78名

概要:

新宿発松本行き特急「スーパーあずさ13号」が、予定より2分遅れて97km/hで大月駅を通過中、引き込み線から本線に入線してきた回送電車(6両編成)の前部があずさの8両目までの左側面に衝突した。この事故であずさの4～8両目が脱線、うち5両目が横転、回送電車は1・2両が脱線し、78名が負傷した。

要因:

回送電車の運転士が、ATSの電源を切ったうえで入れ替え信号を見誤ったことが、事故の原因とされる。この事故の背景には、以下のような要因が指摘されている。

- ・ 運転士の「業務行路表」には、自身が運転する列車の運行計画や大月駅での列車入れ替え作業の開始時刻は示してあったが、入れ替え作業方法についての具体的な記載がなかったことから、過去の類似した作業の経験から思い込みでATSを解除した。
- ・ 当時の運用規定では、運転士の判断による入れ替え作業でのATSの解除を認めていた。

JR 東日本では同様のインシデントの発生を調査、駅構内の入れ替え作業を見直し、最終的には大月駅内での入れ替え作業を廃止した。また、ATSの改良や、若手運転士の研修教育の見直しなども行っていった。

⑧ ドイツ高速鉄道 ICE 脱線事故

日時:1998年6月3日(水) 10:59ごろ(ドイツ現地時間)

場所:ドイツ ニーダーザクセン州 エシュデ駅近郊

被害:死者 101 名、重傷者 88 名

概要:

ミュンヘン発ハンブルク行きのインターシティ・エクスプレス(ICE)884号が、時速約200kmで走行中、2両目客車の車輪破損をきっかけに次々と脱線・転覆した。4両目の車両が線路上をまたぐ道路橋の橋脚に衝突したため道路橋が崩壊、後続の車両が下敷きになり、さらにそこに後続車両が追突した。

この事故により、乗客ら101名が死亡するなど、ドイツ鉄道史上最大の惨事となった。

要因:

事故の直接原因は、列車2両目の1号客車の車輪が金属疲労により一部損壊したことである。この破損は事故現場の約6km手前で発生したが、運転士はその異常に気付かないまま走行を続けた。事故現場約200m手前でこの車輪がポイント切り替え部に衝突して2両目の車両が脱線、さらに120m先のポイント切り替え部で脱線車両の車輪がポイントを切り替えたために後続車両が脱線・転覆して、道路橋が崩壊と後続車両の大破を招いた。

破損した車輪は、外輪と内輪の間に薄いゴムクッションを挟む「二重構造」となっており、その外輪が金属疲労を起こした。このような構造の車輪が選択され、また金属疲労が事前に検査等により把握できなかった背景には、以下のような要因があったと指摘されている。

- ・当初 ICE では一体型車輪が採用されていたが、振動がそのまま客車に伝わって乗り心地が悪いことから「二重構造」の車輪へ移行した。この変更は、同時に、車輪摩耗時には外輪のみを交換すればよいためコスト削減にもなった。
- ・同様の問題は、高速鉄道先進国のフランス、日本ではエアクッションの台車という形で対応されていた。また振動の問題は、在来のレール上を高速で走るために生じたものであった。しかし、台車開発やレール交換ではなく、車輪による対応が選択された。
- ・すでに1988年には、実験によりこの種の車輪が亀裂・破損する傾向のあることは把握され、問題が指摘されていた。鉄道会社は、超音波診断によりこれに対応可能とした。
- ・しかし1994年以降、鉄道会社は超音波診断法による検査を新品車輪にしか行わないこととした。その理由としては、車輪に付着している汚れにより、正確な検査ができないということであった。
- ・このため、使用中車輪の検査は目視とタッピング(軽く叩くこと)のみで行われており、技術検査協会(TÜV)から「検査方法の向上が望まれる」との報告を受けていたが、これには対応されていなかった。
- ・1995年、技術者が走行中の車輪の歪みを検知する電気的システムを提案したが、コストがかかるため採用されなかった。
- ・1997年半ば、車輪発注先の製造会社が新品・使用中にかかわらず車輪に重大な欠陥があることを報告したが、鉄道会社はこれに対応しなかった。

⑨ JR 西日本新幹線トンネルにおけるコンクリート剥離

日時:1999年6月27日(日) 09:20ごろ

場所:福岡県、山陽新幹線福岡トンネル内

被害:人的被害なし

概要:

JR 西日本山陽新幹線小倉－博多間の福岡トンネル内のコンクリートが剥離し落下、トンネルを走行中のひかり 351 号を直撃し、車両屋根が長さ約 16m、幅約 1m にわたってめくりあがり、パンタグラフの一部が破損した。ひかり 351 号はトンネル出口付近で送電が停止したため緊急停止したが、人的被害は発生しなかった。

事故後、JR 西日本は新幹線のトンネル内を検査し応急処置を実施し、同年 8 月に「安全宣言」を出した。しかし、同年 10 月 9 日には北九州トンネルで線路脇に落下しているコンクリートが発見された。

要因:

福岡トンネルについては、次の要因が指摘されている。トンネル施工時に作業が中断してしまい、上下層が接着されず、コンクリートのコールドジョイント(不連続面)が発生した。また、水分を過度に混ぜたので、コンクリートの密度が不均一になり、上下層の接する付近が剥離しやすい状態となっていた。

一方、北九州トンネルについては、次の要因が指摘されている。アーチコンクリートの突起状の打ち込み口に側壁コンクリートを打ち込む「逆打ち」という工法で施工されていた。完成後、突起が除去されずに残され、突起と側壁部分にひび割れが発生し、長期間による漏水や温度変化、列車振動等により、ひび割れが広がり落下した。

また、福岡トンネルでのコンクリート剥離が発生した後、JR 西日本は全トンネルのコールドジョイント部分のみを対象とした点検を行い、8 月に「安全宣言」を出した。しかし、わずか 2 ヶ月後にトンネルの他の要因(逆打ち)を原因としたコンクリート剥離が発生したことから、JR 西日本はトンネル全体を対象とした点検を全トンネルで実施し、また 2000 年 3 月にはトンネル高架橋の補修費として 250 億円を計上した。

⑩ JR 東日本山手貨物線作業員事故

日時:1999年2月21日(日) 00:15ごろ

場所:東京都品川区、山手貨物線

被害:死者5名(作業員)

概要:

JR東日本山手貨物線で、JR目黒駅構内の工事現場に向かうため、作業員5名と警備員1名が線路上を移動していた際に、後方から来た臨時の回送列車が衝突した。この事故で作業員5名が死亡した。

要因:

事故は、正確な運行ダイヤを確認していなかったことと、見張り員が見張りをしていなかったことが直接的な原因である。

主な事故の発生要因は以下の通りである。

- ・ 工事の主任技師は当日の運行ダイヤを入手していなかった。また、集合時間に遅刻してしまったため、最寄り駅に電話して列車の運行状況を確認しないまま作業を始めさせてしまった。
- ・ 事故当日は日曜日で、通常貨物線は日曜に山手線を通らないスケジュールとなっていた。そのため、列車の運行状況が伝わらなかった作業員たちに、列車が来ないという思い込みが生じた。
- ・ 見張り員の監視だけに頼っていたため、見張り員のミスに対する防護措置が無かった。
- ・ 現場はすべて協力会社社員のみで、元請会社の社員が現場に立ち会っていなかった。

⑪ 英国ハットフィールド列車脱線事故

日時:2000年10月17日(水) 12:23 ごろ(イギリス現地時間)

場所:イギリス・ハートフォードシャー

被害:死者4名、負傷者70名(うち重傷者4名)

概要:

ロンドン・キングスクロス発リーズ行きインターシティ 225 特急列車が、ウェルハム・グリーンーハットフィールド駅間を時速約 115 マイルで走行中、11 両編成(先頭機関車、客車 8 両、食堂車 1 両、牽引有蓋貨車 1 両)のうち先頭 3 両を除く 8 両が脱線した。

この事故により、乗員 12 名、乗客 170 名のうち、乗客 4 名が死亡、70 名(うち乗員 4 名)が負傷した。

要因:

事故の直接原因は、事故現場で右カーブを描くレールが、「ゲージ・コーナー・クラッキング」と呼ばれる劣化により破損したことである。

しかしその背景には、国営鉄道の分割民営化に端を発した組織運営・管理上の問題があったとされる。分割民営化により軌道を管理することとなったレールトラック社は、実際に日々の保守(点検等)を行う軌道保守会社(バルフォアベティ社)などに対する業務指示・管理を十分に行うだけの技術力を持っていなかったと指摘されている。

事故の発生に至った主な要因としては、次のようなものが挙げられた。

- ・ 遅くとも事故前年の 1999 年 9 月には、バルフォアベティ社から、線路の亀裂(クラック)について危険性が指摘されており、再研磨(研磨することにより亀裂部分を除去して亀裂進展を防止する対策)を行うこととなっていた。しかし再研磨のために必要な装置は、民営化に伴い国内で 1 台しかなくなっていたため、再研磨作業は延期された。
- ・ バルフォアベティ社からの指摘を受け、2000 年初頭に線路点検を行った結果、緊急に交換の必要な箇所が特定されたが、線路交換は予算上の理由で見送られた。
- ・ 交換用レールの現場搬入は、レール搬入する貨車そのものの遅れや、不適切な列車の利用により高架線の通電を一時的に停めることが必要となったことなどもあり、当初予定していた期間内に終えることができなかった。
- ・ 交換用レールの搬入が終わった時点では、夏期の繁忙期ダイヤとなっており、交換作業に必要な長時間の線路閉鎖を行うことはできなかった。このため交換作業は 11 月まで延期された。
- ・ 2000 年 9 月によく再研磨のための装置が導入されて再研磨作業が実施されたが、すでに亀裂が進行していたため、補修効果ではなくむしろ線路強度を弱めることとなった。
- ・ 事故の 12 日前には、3 カ月に 1 回の割合で行われる超音波検査が実施され、「線路底部の損失」という異常が発見されていた。それ以前に行われた超音波検査でも数回にわたり異常が発見されており、規程上はその時点で時速 20 マイルの速度制限をかけることとなっていたが、その対応はとられなかった。

- ・ 事故1週間前には、週1回の作業員による線路点検があった。しかし、接近する列車に対する安全対策(見張り員等)のためには1チーム5〜6人が必要であるにもかかわらず、経費削減の観点から点検作業は1チーム2名となっていたため、線路内に立ち入っての検査はできず、線路脇の通路からの目視点検のみとなった。
- ・ 事故当日、事故列車より前に現場を通過した列車の振動により線路の亀裂が拡大し、軌道回路が途切れてコントロールセンターに警報が表示された。しかし、同様の警報が他の原因でもしばしば鳴っていたため、信号係は何の対応もせずに警報の解除だけを行った。
また、さらに背景には、分割民営化による次のような影響があったとされる。
- ・ 分割民営化に伴い、レールトラック社には国鉄時代の技術者がほとんどいなくなり、また信号現示系統図や線路管理台帳などの資料が散逸して無くなっていた。同社は、事実上、線路を管理する能力を持っていなかった。
- ・ 工事などのために線路閉鎖を行うと、レールトラック社は列車運行会社に補償を行う必要があった。
なお、この事故を受けて、同様にゲージ・コーナー・クラッキング現象が見られる路線で速度制限が行われ、イギリス国内の鉄道網が数ヶ月にわたって麻痺状態に陥った。また、これを契機としてレールトラック社は事実上破綻し、2002年に民間非営利組織であるネットワークレールに組織改編された。

⑫ オーストリアケーブルカー火災

日時:2000年11月11日(土) 09:30 ごろ

場所:オーストリア、カプルーン

被害:死者 155 名

概要:

オーストリアのカプルーンのケーブルカーのトンネル内で、山頂に向かう途中のケーブルカーから火災が発生した。火災の熱によりケーブルが切断し、ケーブルカーが緊急停止したため、乗客は降りて出口に避難をしたが、煙に巻かれたためトンネル上部へ避難した 155 名が死亡した。

要因:

火災の発生原因は、車内後部に違法設置した暖房装置が故障したためである。

主な被害の発生要因は以下の通りである。

- ・ 火災発生後、乗客は炎に気付いていたが、運転手は気付かなかった。
- ・ その後、加熱されたケーブル 1 本が切断され、自動停止装置が作動した。
- ・ 車内には消防装置が未設置で、車両ドアが火災発生後すぐには開かなかった。
- ・ 狭いトンネルで停車後停電になり、周囲が見えない状態で乗客約 180 名は、パニック状態に陥った。
- ・ 車内後方部の火災ではほぼ終点に近い場所だったため、多くの乗客はトンネル上方に避難した。しかし、トンネル内の風は上昇する方向に吹いていたため、煙が充満し、ほとんどの乗客が窒息死した。

なお、この事故においては、出火原因を車内に置かれた暖房器具の欠陥と認定したが、事故当時のオーストリアの安全基準を満たしており、ケーブルカー会社は「事故を予見できなかった」とされ過失なしとの判決を受けた。

⑬ 京福電車正面衝突

[事故①]

日時:2000年12月17日 13:30ごろ

場所:福井県吉田郡永平寺町 京福電鉄永平寺線東古市駅周辺

被害:死亡1名(乗員:運転士)、負傷者27名

[事故②]

日時:2001年6月24日 18:05ごろ

場所:福井県勝山市鹿谷町 京福電鉄越前本線発坂～保田間発坂駅から福井寄り約400m 地点

被害:負傷者25名(乗員:両列車の運転士2名、乗客23名)

概要:

[事故①]

京福電鉄永平寺線で、上り電車(1両編成)がブレーキ故障により、分岐駅である東古市駅に停車せず越前本線に進入、越前本線下り電車と正面衝突した。この事故で、運転士1名が死亡、乗員・乗客あわせて27人が負傷した。

事故の原因は、老朽化によるブレーキ部の破断だった。破断面の一部には錆と、亀裂から徐々に広がったとみられる酸化部分が認められており、同社の車両検査体制が問われた。

[事故②]

京福電鉄越前本線発坂～保田間で下り急行電車と上り普通電車が正面衝突した。この事故で、双方の運転士と乗客23名の計25名が重軽傷を負った。

越前本線は単線のため、普通電車は発坂駅で急行電車の通過を待ってから出発することになっていた。しかし、普通電車の運転士が出発時刻の確認を怠ったうえに信号を見落とし、通過待ちをせずに出発したため、事故につながったと指摘されている。

要因:

事故①の発生要因として、以下のような内容が指摘されている。

- 直接の原因として、破断したブレーキには表面上判別できない「隠れた溶接箇所」があり、この部分に日常的に負担がかかることで疲労亀裂が進展し、ブレーキ破断につながったとされている。事故車両は70年前に製造されており、老朽化が進んでいた。
- 事故車両のブレーキ制御システムは一系統のみであった。
- 事故車両にATSは導入されていなかった。当時京福電車が所有していた車両30両のうち、ATSを備えていたのは1999年末に導入された新造車2両のみだった。
- なお、事故が発生した路線(特に永平寺発電車)は下り勾配の連続であり、唯一の停止手段であるブレーキが特に万全でなければならない区間だった。
- 死亡した運転士は、事故が発生する前にブレーキの異常に気づき、その旨を指令室に呼びかけたが、指令室側は1、2回目の呼びかけを聞き取れず、3回目ようやくトラブル発生に気づいた。

- ・ 製本化された非常事態用運転マニュアルは存在しなかった。

なお、この事故で京福電鉄元幹部らは業務上過失致死傷罪などに問われ、2005年1月13日福井地方裁判所から有罪判決が下されている。

また、半年間で2回(事故①と事故②)の正面衝突事故を起こしたことや、経営不振により、同社は営業の継続を断念、路線は福井県と沿線市町村が出資する第三セクターえちぜん鉄道に引き継がれた(2003年7月20日部分開業、10月19日全線開業)。

⑭ 営団地下鉄日比谷線脱線事故

日時:2000年3月8日 09:01

場所:東京都目黒区上目黒 営団地下鉄日比谷線中目黒駅から恵比寿駅寄り 約130m 地点

被害:死者5名、負傷者63名

概要:

営団地下鉄日比谷線中目黒駅付近で、下り電車(北千住発菊名行き・8両編成・営団)の最後尾(8両目)が、中目黒駅直前のS字カーブで車輪がレールに乗り上がって脱線し、はみ出したところへ上り電車(中目黒発竹ノ塚行き・8両編成・東武鉄道)が走行してきて、5・6両目が下り電車と側面衝突、5名が死亡、63名が負傷した。

要因:

事故の発生要因として、以下のような内容が指摘されている。これらは、各要因単体では事故は起きないが、複合的に影響し合うことにより脱線に至ったという「複合原因」と結論づけられた。なお、これらの要因には、現在の設計・保守に関する技術的評価では特に異常とは見なせないものや、管理が困難なものも含まれており、また、各要因の脱線への影響も一律ではない。

- ・ 脱線は、左急曲面に続く緩和曲線の始端付近で生じている。ここは、構造上の軌道面の緩やかなねじれにより、右側車輪の「輪重(車輪がレールを下方方向に押す力)」の減少と、「横圧(車輪がレールを横方向に押す力)」の増加が生じる個所だった。
- ・ 事故を起こした車両は、静止したとき、第1車軸の輪重にアンバランスがあった。
 - … 輪重の製造時から車両の対角におけるアンバランスを有していたこと、運転開始後に静止輪重の測定・調整等が行われていなかったこと、また事故発生後に同形式の静止輪重を測定したところ大きなアンバランスが計測されたこと等が指摘されている。
- ・ 脱線個所付近は、通常2時間間隔でレールに油を撒くことになっていた。事故は始発から4時間後に発生しており、次の油撒きの直前(5分前)だった。そのため、車輪・レール間の摩耗が増大し、横圧の増加をもたらした。
- ・ 当該車両の轉向特性(車体が曲線を通過するときに、4つの車軸が2本ずつ前後2つの台車で束ねられ「心皿」と呼ばれる台車中央部を中心として回転するときの、回転のしやすさ)が、横圧の増加及び輪重の減少に影響した。
- ・ 摩耗・損傷等の軽減を目的として研削されたレールの断面形状が、当該車両の踏面形状との組み合わせによって、たまたま横圧の増加に影響した。
- ・ 電車は、駅の直前で徐行運転していたため、レールと車輪の摩擦抵抗が増大した。
- ・ 下り電車は、朝のラッシュと逆方向であり、乗客が少なくたまたま輪重が軽かった。

⑮ 鉄道人身事故救助作業時に発生した消防職員の人身事故

日時:2002年11月6日(水) 19:45ごろ

場所:大阪府大阪市 JR 西日本塚本駅構内

被害:死者1名、負傷者1名(ともに消防職員)

概要:

JR 西日本の塚本駅構内において発生した人身事故(先発事故)により、消防職員が負傷者の救助活動を実施中に後発の特急電車が通過し、消防職員2名に衝突した(1名死亡、1名重症)。乗客約120名及び乗務員に死傷はなかった。

要因:

消防職員が先発事故の救急活動を線路脇で実施していたにもかかわらず、現場係員と輸送指令等との情報伝達が確実に行われなかったことにより、輸送指令が現場の正確な情報を把握できないまま後発列車の運行が再開されたことが原因とされる。

主な要因は以下の通りである。

- ・ 情報伝達が不確実だったため、情報不足の中、各担当者が思い込みで活動してしまった。
 - － 先発事故現場と輸送指令との間の情報伝達
 - ① 輸送指令員 A は、先発事故車両の後ろに停車していた列車 3027M の運転士からの最徐行の要請を、他の列車への指示要請と認識しなかった。
 - ② 輸送指令では、3027M 運転士から「運転に支障なし」と報告を受けたため、負傷者は運転に支障が無い場所にいると思い込んでしまった。
 - ③ 輸送指令員は、負傷者の位置や救急救助活動の動向について現場担当駅員に確認していなかったため、その状況を的確に把握できなかった。
 - ④ 現場担当駅員は、過去の経験では輸送指令から頻繁に連絡が入ってきたので、本件の特急列車が運転を再開する際には連絡が入ると思っていた。また、携帯電話の取り扱いに不慣れであったため、現場の状況を輸送指令に直接報告することができなかった。
 - － 輸送指令と特急電車の情報伝達
 - ① 輸送指令員は、3027M の運転士からの最徐行の要請を、他の列車への指示要請と認識しなかったため、他の列車には「注意して運転するように」との情報伝達を行った。
 - ② 上記①の連絡は、個別の列車への伝達ではなく、一斉伝達であったため、特急列車の運転士には確実に伝わらなかった。また、特急列車への個別の伝達を指令から行ったが、運転士がすぐに気が付かなかったため、情報が伝わらなかった。
 - － 現場担当駅員と警察官、消防職員との情報伝達
 - ① 現場担当駅員と警察官との間で、列車の運行状況についての確認が、確実に行われなかった。
 - ② 消防職員は、列車の運行状況を確認していなかった。現場担当駅員も消防職員が警察官と話している様子を見て、運転状況は警察官から伝えられているだろうと思い込んだ。

- ・ 事故発生時の役割分担、運転再開の手順が不明確だった。
 - － 輸送指令、現場担当駅員、運転士等の行うべき作業が不明確だった。
 - － 現場では情報を整理し指令へ報告する役割の担当者がいなかった。また、指令では現場の情報を集約する役割の担当者がいなかった。
 - － 情報伝達の確実化や運転の再開までの手順を明確にするチェックリストやマニュアルが整備されていなかった。
 - － 事故発生を想定した実践的な訓練が実施されていなかった。

⑩ JR 東日本中央線高架工事トラブル

日時:2003年9月28日(日) 3:25ごろ

場所:東京都、JR 東日本中央線武蔵小金井駅付近

被害:人的被害なし

概要:

JR 東日本は、2003年9月27日の16時過ぎより中央線三鷹－国分寺間の高架化工事を実施した。28日3時過ぎに武蔵小金井駅付近で5箇所のポイントが故障した。これにより、三鷹－立川間で始発から運転が中止となった。また、同日8時過ぎには、東小金井－武蔵小金井間で3箇所の踏切が動作異常を起こし、さらに武蔵小金井駅構内では別なポイントの故障が発生した。これにより、復旧が遅れ234本が運休した。

要因:

トラブル発生原因は以下の通りである。

- ・ 武蔵小金井駅付近のポイント故障
 - － ケーブルのコネクタを作る際に、別の箇所の作業用配線図を見ながら作業をしてしまったため配線漏れが生じ、開通方向の表示ができなくなってしまった。
 - － 施工会社が作成した作業用配線図に間違いがあった。
- ・ 3箇所の踏切の異常
 - － 配線をしていない箇所が一部あったが、施工会社の中で配線をしていないという引継ぎができていなかった。
 - － 踏切制御器の結線図が間違っていたため配線ミスが発生した。
- ・ 武蔵小金井駅構内でのポイント故障
 - － 配線ミスにより開通方向の間違えが発生した。
 - － このポイントは、切り替え工事前に設置されたもので、事前試験を実施している。その際に異常が発見され、信号器具箱の中の配線を変更した。しかし、その変更は作業用配線図に反映されていなかった。

これらのトラブル発生の背景には、工事後の点検を施工業者に任せていたため、ダブルチェックが機能しなかったことが指摘されている。

⑰ 韓国大邱(テグ)市地下鉄火災

日時:2003年2月18日(火) 9:53ごろ

場所:韓国大邱市中央路駅

被害:死者192名、負傷者148名

概要:

韓国大邱市地下鉄中央路駅で、アンシム(安心)行き地下鉄の車両にガソリンを撒いて放火する事件が発生した。火災発生直後に隣接駅を出発した下り車両が中央路駅に停車し、火災のため運行ができなくなり、延焼した。この際に、車両のドアが開放されず、適切な誘導が実施されなかったため、多数の乗客が車両に取り残され火災に巻き込まれ焼死した。この火災で192名が死亡、148名が負傷した。

要因:

事故の直接的な原因は放火という犯罪行為である。しかし、その後被害を拡大させたのは、運転士や指令の連携ミスなど、安全管理上の不備が指摘されている。

被害が拡大した主な要因は以下の通りである。

- ・ 火災発生時、地下鉄の機械設備指令センターでは、火災警報が鳴ったことを確認したが、「機械の誤作動」と判断し、運行指令センターにすぐに伝えなかった。その背景に、火災警報装置の誤作動が頻繁に発生していた(前年には96回の誤作動)ことがあった。
- ・ 機械設備指令センターからの情報が無かった運行指令センターは、状況を正確に把握できなかった。そのため、下り列車の運転停止措置をとることができなかった。
- ・ 中央路駅は対向式ホーム(上下線が隣接しているホーム)であったため、炎上している列車に隣接して対向して入ってきた下り列車が停車した。また、指令センターは状況把握をする間、下り列車の運行を止めてしまった。
- ・ 指令センターから発車指示が出されたときには、すでに停電が発生し、下り電車列車が動けない状態だった。その後、停電により指令センターとの無線も切れ、駅構内の照明も落ちてしまっていた。
- ・ 指令センターは運転士に避難命令を出したが、運転士は乗客の安全確保が不十分のまま避難をしてしまった。また、避難をする際に、マスターキーを抜いてしまったため、列車のドアが開かなくなってしまった。
- ・ 車両の防火対策が不十分で、有毒ガスが発生する素材を使用していたため、ドアが開かない車内に煙が充満し、被害が大きくなった。韓国では1998年2月、地下鉄車両に難燃性の素材を使用するように安全基準が設定されたが、この車両は基準設定前の97年のものだった。

⑱ 東武伊勢崎線竹ノ塚駅踏切事故

日時:2005年3月15日 16:50

場所:東京都足立区竹の塚 東武伊勢崎線竹ノ塚駅近く 第37号踏切道・第1種(乙)

被害:死者2名、重傷2名

概要:

手動踏切道である竹ノ塚駅第37号踏切道において、遮断機を操作していた踏切保安係が準急電車(太田発浅草行き・6両編成)の接近を失念し遮断機を上昇させた。準急列車の運転士は、当該踏切道約50m手前で通行者の進入を発見し非常ブレーキを作動させたが、列車は通行者をはねたうえ約225m行き過ぎ停車した。事故現場の踏切は、ラッシュ時には1時間に3分しか開かない「開かずの踏切」で、事故当時も夕方のラッシュ時だった。

この事故により、2人が死亡、2名が重傷を負った。

要因:

事故の発生要因として、以下のような内容が指摘されている。

①人的要因

- ・「開かずの踏切」に対して住民の苦情が耐えなかった。そこで、滞留した人や車を通すため、電車が踏切に接近していても内規(安全ロックを外す際には「原則として駅長の指示を受ける」など)に反してロック(早上げ防止鎖錠装置)を解除し、遮断機を上げる運用がこれまで常態化していた。事故当時も、実際は下り準急電車が接近しつつも1分20秒の余裕があると勘違いした保安係は、この間に通行人を横断させようとロックを解除し遮断機を上げた。
- ・保安係は、遮断機を上げる際に本来すべきである指さし確認や、時刻表、目視による確認をしなかった。

②組織的要因

- ・踏切保安係は、平成9年を最後に新規採用を行っておらず、極めて専門性と閉鎖性の高い職場であった。
- ・保安係の間では、現場任せの運用の改善を求める声が強く、2年前には「保安係の裁量でロック解除できないようにすべき」との意見を集約し、駅助役に伝えていたが、会社は特に対策をとらなかった。
- ・早上げ防止鎖錠装置の取扱いを含めた遮断機操作等の実務教育が不十分だった。特に、本来指導すべき駅長ではなく、運輸部運転課が指導を行うといった、複雑な教育体制がとられていた。

なお、事故後直ちに、国土交通省、東京都、足立区、東武鉄道の4者で「竹ノ塚踏切対策会議」を設置。また、東京都、足立区、東武鉄道の3者で、以下のような緊急踏切対策を合意、検討・実施している。

- ・踏切内の自転車・歩行者通行帯の拡幅[第37号踏切内](2005年6月完成)
- ・踏切道の拡幅[第38号踏切内](2005年6月完成)
- ・エレベータの設置[竹ノ塚駅西口自由通路](2005年9月完成)

…9月29日には事故現場となった手動式踏切も自動化されているが、午前8時から1時間の間

に 57 分間も踏切が閉じている状態は変化せず

- ・ 歩道橋(自転車対応の斜路・エレベータ付き)の設置[第 37 号踏切の直近](2006 年 3 月 9 日 利用開始)

また、業務上過失致死傷罪に問われた元踏切保安係(懲戒解雇)に対し、東京地裁は 2006 年 2 月 3 日、禁固 1 年 6 ヶ月の実刑判決を言い渡した。

⑱ JR 西日本福知山線脱線事故

日時:2005年4月26日(月) 9:18ごろ

場所:兵庫県尼崎市、JR 西日本福知山線尼崎一塚口間

被害:死者 107 名(乗員 1 名、乗客 106 名)

概要:

JR 西日本福知山線の宝塚駅発同志社前駅行き快速電車は、塚口駅を 1 分 17 秒遅れで通過した後、尼崎駅に向けて半径 304m の右曲線を走行中、前部の車両が脱線した。脱線後、1 両目が横転した状態で、前部が線路左側にあるマンションに衝突し、後部がマンション北西部の柱に衝突した。また、2 両目は中央部左側面をマンション北西部の柱に衝突させ、さらに 3 両目から 5 両目までが脱線した。この事故により、106 名の乗客及び運転士 1 名が死亡した。

要因:

当該事故は、航空・鉄道事故調査委員会において調査中である(2006 年 5 月現在)。なお、航空鉄道事故調査委員会は、2005 年 9 月 6 日に経過報告を公表し、以下に示す「直ちに講ずべき施策」4 点の建議を行った。

- ATS の機能向上

事故現場を含む路線は古い形式の ATS が設置されていた。この ATS は停止信号冒進防止機能のみで、カーブの速度超過防止の機能は無かった。そのため、列車の運行状況等に応じ ATS に制限速度超過防止機能を追加する必要性が指摘されている。

- 列車脱線時の対向列車の停止措置

事故発生時に周辺の車両を停止させる装置である「防護無線機」が事故車両に設置されていたが、事故車両の車掌は防護無線機に電源を供給させる操作を行っていなかったため、防護無線機の発報ボタンを押したものの作動せず、周辺の車両に事故を伝えることができなかった(対向列車は ATS の作動により停止)。事故が発生した場合に、列車を確実に防護するために、防護無線の信頼性の向上や操作の単純化、乗務員への教育の充実を指摘している。

- インシデント報告制度

当該事故が発生する以前から、オーバーランや ATS による非常ブレーキ作動のような事例が発生していた。このようなインシデントを正確に把握し、事故防止に活用するためには、列車の速度や位置、ブレーキの使用状況、ATS の作動状況等を正確に記録する装置が必要であることを指摘している。

- 速度計の精度確保

事故車両で使用していた速度計は、列車の速度が時速 120km 前後の際、実際より時速 2~3km、最大時速 4km 低く表示されるため、速度超過やオーバーランなど事故・トラブルの要因となる可能性があり、改善の必要性が示されている。

2 無事故組織に関する情報収集と分析

2.1 目的

社会の中に存在する組織の中には、同じように巨大システムの運用・管理を行っていながら、他の組織と比べて格段に安全成績の高い組織が存在する。これらの組織は「無事故組織」または「高信頼性組織」と呼ばれ、その安全性維持・向上の方策にどのような特徴があるのかについての検討が行われている。

ここでは、こうした無事故組織に関する情報を収集し、そこで行われている安全対策等の状況について分析を行うことによって、無事故組織に共通する活動内容や組織運営の方向性を抽出することを目的とする。

2.2 概要

組織の安全性、信頼性に関し、好成績を上げている事例を収集し、評価指標を基に評価の枠組みに沿って整理した。また、整理した無事故組織の安全対策・活動状況について、近年、様々な分野で提唱されている組織安全度等の評価法を参考にしつつ、分析を行った。

2.3 実施結果

2.3.1 無事故組織に関する情報収集

(1) 情報収集の方法

無事故組織に関しては、国内ではおそらく最も古くからの実績を持つ情報源として、(社)日本化学工業協会(日化協)の安全表彰制度がある。この制度は、1970年代半ばの石油化学コンビナートにおける事故多発を受け、安全推進のために民間団体が行う表彰制度として、1977年(昭和52年)に始められた。以来、2005年の第29回まで、計148事業所が安全賞・安全努力賞などを受賞^{注3}している。

この表彰制度では、受賞した事業所の代表者が集まり、どのような安全対策等を行っているかについて発表するとともに互いに意見交換を行う場が設けられている。これは、制度開始当初は「座談会」として行われ、その詳細な議事録が公開されてきた。また近年(1994年の第18回以降)では、シンポジウムなどの形で実施・公開されている。

ここでは、これら座談会・シンポジウムの中から、各事業所における安全対策・安全活動のについて詳細な記録が残され公開されている第21回までについて、その議事録を分析し、各事業所の対策・活動内容

注3 この安全表彰制度は、工場・研究所など事業所を単位に表彰を行っている。また、過去に受賞した148事業所の中には、日化協40周年を記念した第12回(1988年)の安全特別賞(1事業所)、日化協表彰20周年を記念した第20回(1996年)の安全特別賞(4事業所)を含む。

について抽出した。

対象となった事業所一覧は、表2.1のとおりである。また抽出は、各座談会・シンポジウムの議事録より、それぞれの事業所において具体的にどのような対応をとっているかについて述べられている部分を項目単位で取り出した。

(2) 収集結果

上記のとおり抽出した結果を、添付資料-2に示す。抽出の結果、全 867 項目が抽出された。

表2.1 第1～21回日化協安全表彰 受賞事業所一覧

第1回 1977年	◎ 帝人 松山工場 東亜合成化学工業 徳島工場 日本合成ゴム 鹿島工場 日本農薬 東京工場 三井東圧化学 大竹工業所	第11回 1987年	◎ 住友化学工業 千葉工場 武田薬品工業 大阪工場 帝人 岐阜工場 日産自動車 川越事業所 三菱化成工業 水島工場
第2回 1978年	◎ 三井石油化学工業 岩国大竹工場 大阪瓦斯 泉北製造所 東亜合成化学工業 名古屋工場 日産化学工業 袖ヶ浦工場	第12回 1988年	★ 帝人 松山工場 ◎ 出光石油化学 徳山工場 ◎ 住友化学工業 大分工場 旭化成工業 川崎製造所 大阪石油化学 泉北工場 東京瓦斯 根岸工場
第3回 1979年	◎ 日本合成ゴム 鹿島工場 昭和電工 川崎工場 積水化学工業 京都工場 帝人 三原工場 ライオン油脂 東京工場 三井ポリケミカル 大竹工場	第13回 1989年	◎ 親日鐵化学 大分製造所 旭化成工業 延岡支社薬品工場 住友化学工業 三沢工場 武田薬品工業 光工場 電気化学工業 千葉工場 三井・デュポン・リミタル 大竹工場
第4回 1980年	◎ 帝人 三原工場 宇部興産 宇部ラクタム工場 帝人 愛媛工場グループ 東海カーボン 田ノ浦工場 日立化成工業 結城工場 松本油脂製薬 本社・本社工場	第14回 1990年	◎ 旭化成工業 水島製造所 関西熱化学加古川工場 東レ 千葉工場 日本ペイント 愛知事業所 三井石油化学工業 岩国大竹工場
第5回 1981年	◎ 帝人 愛媛工場グループ 第一製薬 大阪工場 大日精化工業 東京工場 日産化学工業 富山工場 日本化薬 王子工場 日本ユニカー 川崎工業所	第15回 1991年	◎ 旭化成工業 レーヨン工場 協和発酵工業 富士工場 武田薬品工業 湘南工場 日産化学工業 袖ヶ浦工場
第6回 1982年	◎ 日本合成ゴム 四日市工場 協和発酵工業 宇部工場 帝人 徳山工場グループ 帝人化成 松山工場 丸善石油 堺製油所 三菱油化 四日市事業所	第16回 1992年	◎ 東レ 三島工場 旭化成工業 千葉工場 協和油化 四日市工場 富士写真フィルム 小田原工場
第7回 1983年	◎ 帝人 徳山工場グループ 日本触媒化学工業 川崎製造所 新日本製鉄化学工業 君津製造所 日本合成ゴム 千葉工場 三共 三島工場	第17回 平成5年	◎ 住友化学工業 三沢工場 旭化成工業 ポリアミド工場 大日本インキ化学工業 美川工場 東レ 石川工場 三井石油化学工業 千葉工場
第8回 1984年	◎ 出光石油化学 千葉工場 帝人 岩国工場 富士写真フィルム 富士宮工場 東洋曹達工業 四日市工場 花王石鹼 和歌山工場	第18回 1993年	◎ 三井石油化学工業 千葉工場 旭化成工業建材製造所 岩国工場 関西ペイント 東京工場 三菱化成 黒崎工場 三菱レイヨン 大竹事業所
第9回 1985年	◎ 帝人 岩国工場 新日鉄化学 大分製造所 東レ 岡崎工場 山之内製薬 焼津工場 小西六写真工業 日野工場	第19回 1994年	◎ 三菱化学 黒崎事業所 旭硝子 愛知工場 帝人アグロケミカル三原製造所
第10回 1986年	◎ 大阪ガス 泉北工場 ダイセル化学工業 薩摩工場 三菱モンサント化成 四日市工場 住友化学工業 大分工場 日本ペイント 千葉工場 川崎製鉄化学事業部 千葉工場	第20回 1995年	◎ 旭硝子 愛知工場 東レ 岐阜工場 日本化薬 高崎工場 三菱化学研究開発本部 筑波研究所 旭化成工業 筑紫野工場 ☆ 大日本インキ化学工業 福岡工場 ☆ 日本化薬 化学研究所 ☆ 日本農薬 佐賀工場
		第21回 1996年	◎ 大日本インキ化学工業 東京工場 昭和電工 秩父工場 積水化学工業 奈良工場 住友化学工業 農業化学研究所

★印:日化協40周年記念安全特別賞 ☆印:日化協安全表彰20周年記念安全特別賞

2.3.2 無事故組織の分析

ここでは、上記のとおり抽出した無事故組織の安全対策・活動状況について、近年、様々な分野で提唱されている組織安全度等の評価法を参考にしつつ、分析を行う。

(1) 分析の方法

近年、組織の安全文化の重要性が指摘され、特に原子力分野を中心に、その評価手法などの開発が行われている。提示されている手法には様々なもの^{注4}があるが、ここでは、以下の3点をもとに、そこに共通する考え方を整理した。

- ・(独)原子力安全基盤機構により提唱されている評価手法^{注5}
- ・(財)電力中央研究所ヒューマンファクター研究センターによる「意識面・組織面から見た安全診断システム」^{注6}
- ・労働省(現・厚生労働省)告示「労働安全衛生マネジメントシステムに関する指針」^{注7}

上記3つの評価手法の各項目について、類似・共通する事項等を整理した結果、大きな枠組みとして表2.2のような25項目に分類された。

これをもとに、前述のとおり抽出した無事故組織の安全対策・活動状況について、それぞれの項目に関連する事項であるかを評価した。その際、ひとつの安全対策・活動が複数の事項に関連する場合には、そのいずれにも該当するものとしている。この評価結果について、第1回表彰から第21回表彰までの21年間について、第1～7回(第1期)、第8～14回(第2期)、第15～21回(第3期)の3期に分けて集計を行う。これにより、実施されている安全対策・活動に時代的変遷があるかどうかを検討するのが、この分析の目的である。

なお、議事録より抽出した安全対策・活動は、必ずしも各事業所の行っている対策・活動の全体像ではない。しかしながら、座談会・シンポジウムの発言中にあることから、特にその事業所において重要・中心的な事項としてとらえられているものであり、その時代における無事故組織の考え方を反映しているものと考えられる。

注4 例えば、今回の分析において参照したものにも、以下のようなものが挙げられる。

I A E A 「ASCOT ガイドライン：安全文化の組織的自己評価の指針-運転組織（電力会社）における調査・質問-」
(IAEA-TECDOC-743)

INSAG-15 「安全文化の強化においてカギとなる具体的事項」

(財)鉄道総合研究所「組織・職場の安全風土の評価手法」

注5 (独)原子力安全基盤機構、安全文化の理解と評価のための手引き、(2004)

注6 (財)電力中央研究所、意識面・組織面から見た安全診断システムの構築(その1)～(その5)(2002)～(2004)

注7 労働省告示第五十三号「労働安全衛生マネジメントシステムに関する指針」(1999)

表2. 2 無事故組織の安全対策・活動状況整理の枠組み

項目内容		No.	
安全のため 体制の方針・ 整備・目標の 設定と	適切な安全方針・目標等（価値基準） の策定	安全方針・目標等の策定	1
		安全方針・目標等の見直し	2
	安全方針・目標等の周知徹底	安全方針・目標等を浸透・実践させる仕組み作り	3
		安全方針・目標等の浸透度合いの評価	4
	適切な役割・責任・権限の付与	役割・責任・権限の明確化	5
		役割・責任・権限の見直し	6
	役割間の連携	役割間の連携体制の構築	7
		役割間の連携体制の見直し	8
仕安組 全のた めの方 針・目 標達成 のため の	生産スケジュール・コスト管理など の、安全の視点からの見直し	安全の視点からの生産計画・コスト管理の評価	9
		安全の視点からの生産計画・コスト管理の変更	10
	問題発掘と適切な対応	内部からの問題発掘	11
		外部からの学習	12
		発掘された問題への適切な対応	13
	他者の視点の活用	他者の視点による評価	14
		評価結果の反映	15
	万が一への備え	安全装置の有効性の確実化	16
緊急時対策（発災後対応）の策定		17	
組織の 基礎的 能力の 向上	計画・標準化	事業計画・作業計画等の構築	18
		文書化・標準化・文書管理	19
		計画・規則の見直し	20
		計画・規則遵守の徹底・評価	21
	技術・技能の維持・向上	技術教育・資格制度などの設置	22
		技術教育・資格制度の評価・見直し	23
	従業員の貢献意欲の維持・向上	管理能力の維持・向上	24
		管理者による現場の実態把握	25

(2) 分析結果

3 期に分けて集計した結果は、各期における該当項目の総計(重複も含む総計)を母数として、そこに占める割合を算出した。以下では、整理の枠組みの大項目ごとに、その割合^{注8}をもとに分析結果を述べる。

① 安全のための方針・目標の設定と体制の整備

整理の枠組みのうち、特に安全のための組織の方針・目標の設定と、それを実現するための役割分担、責任・権限配置などに関連する事項について、集計した結果が図2. 1である。

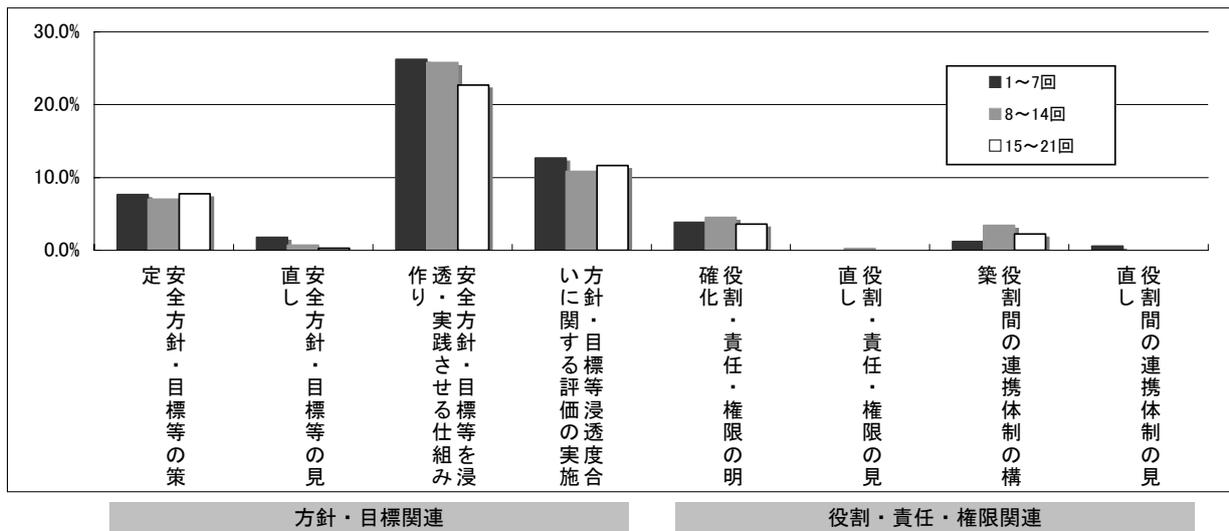


図2. 1 無事故組織の対策・活動状況(1)安全のための方針・目標設定と体制の整備関連

ここから、以下のようなことが指摘される。

まず、最も実施率が高いのは、安全方針・目標等を浸透・実践させる仕組み作りである。これは、ほとんどの事業所が小集団活動(グループ活動、サークル活動など、事業所により呼称は異なる)を行って、各種安全対策活動を行っていることに起因する。多くの事業所の発表内容は、こうした小集団活動においてどのような工夫を行っているかというものである。また、そうした活動の評価についても、現場パトロールや管理監督者や工場幹部(工場長等)による巡回・査察などが行われている関係で、実施率は比較的高くなっている。なお、これらの実施率が期を追うごとにやや減少傾向にあるように見えるが、これは全体として別項目に関する発言が増えた(したがって相対的に割合が減少している)ためと考えられる。

一方、安全方針・目標等の策定については、近年、各種マネジメント・システム(品質マネジメントシステム等)の普及を受けて特にその重要性が注目されることとなった事項であることから、期を追うごとに増加するのではないかと予測があった。しかしながら、集計結果からは、そのような傾向を読み取ることはできな

注8 ここで算出された割合は、座談会・シンポジウムなどの発表者の発言としての出現頻度について、各期の評価結果に基づく該当項目総数に占める割合を算出したものである。したがって、厳密にはそれら安全対策・活動の実施状況を表す「実施率」ではないが、以下は簡便のためこれを「実施率」と呼ぶこととする。

い。従来、我が国では、安全対策の中心が小集団活動などのボトムアップ型であり、トップが方針・目標を掲げて対策・活動を推進するトップダウン型はあまり多くないとされてきた。しかし、業界でも特に安全成績の高い事業所では、約 30 年前という時代から、「方針・目標」の重要性が認識されていたものと考えられる。ただし、座談会・シンポジウムの発言を詳細に見ると、これら方針・目標は、古くは工場長など事業所のトップによるものであったところが、近年では「全社的な経営理念」などとして社長名で出されている例が多いという変化がある。この点は、「安全方針・目標の見直し」実施率が期を追うごとにやや減少していることとも関連する。工場長自らが設定する方針・目標などは、比較的高い頻度で見直すことが可能であるが、全社的な基本理念ともなれば当然のことながら変更・見直しの頻度は低いのである。

なお、役割・責任・権限の明確化・役割間の連携体制構築についての見直しは、実施していることに明確に触れた発言はほとんど見受けられなかった。

② 安全のための方針・目標達成のための仕組み

安全のための方針・目標を達成するために、特に設けられている組織内の活動の仕組みについて、生産スケジュール・コスト管理などの安全の視点からの見直し、内外からの情報収集による問題発掘と適切な対応、他者の視点の活用、万が一への備えという観点から、関連状況を評価した結果が、図2. 2である。

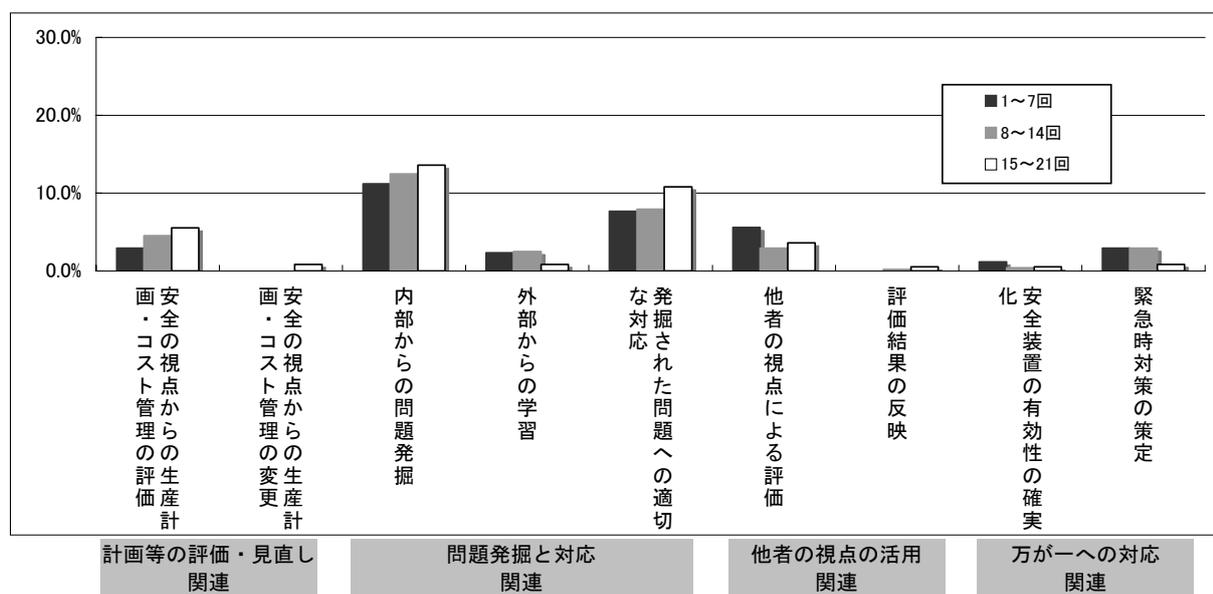


図2. 2 無事故組織の対策・活動状況(2)安全のための方針・目標達成のための仕組み

これらの中では、特に「内部からの問題発掘」と「発掘された問題への適切な対応」の実施率が高い。これは、ヒヤリハット活動、改善提案活動などが多くの事業所で行われていることによる。期を追うごとにその割合が増加傾向にある背景には、当初は「作業員の安全に対する感性を磨く」ことを主目的として行われていた「ヒヤリハット」摘出が、その内容を活用して対策に結びつけるべきものとして考えられるようになってきたということを表しているのではないかと推測される。このようにして摘出された問題点が分析され、それに対する対応策がとられるという「発掘された問題への適切な対応」の実施率が向上していることから、こ

の推測が裏付けられる。

また、安全の視点からの生産計画・コスト管理の評価としては、特に、設備の新設・増設や改造時の安全アセスメントなどが多く挙げられている。この実施率が期を追ってやや増加している背景として、従来は諸外国からの導入技術であった化学産業において、近年、自社技術の開発・製品化が進んでいることも挙げることができる。

③ 組織の基礎的能力の向上

図2. 3には、組織の基礎的能力の向上に関連するとして、計画・標準化と、技術・技能の維持・向上、従業員の貢献意欲の維持・向上関係と評価された事項の実施率を示す。

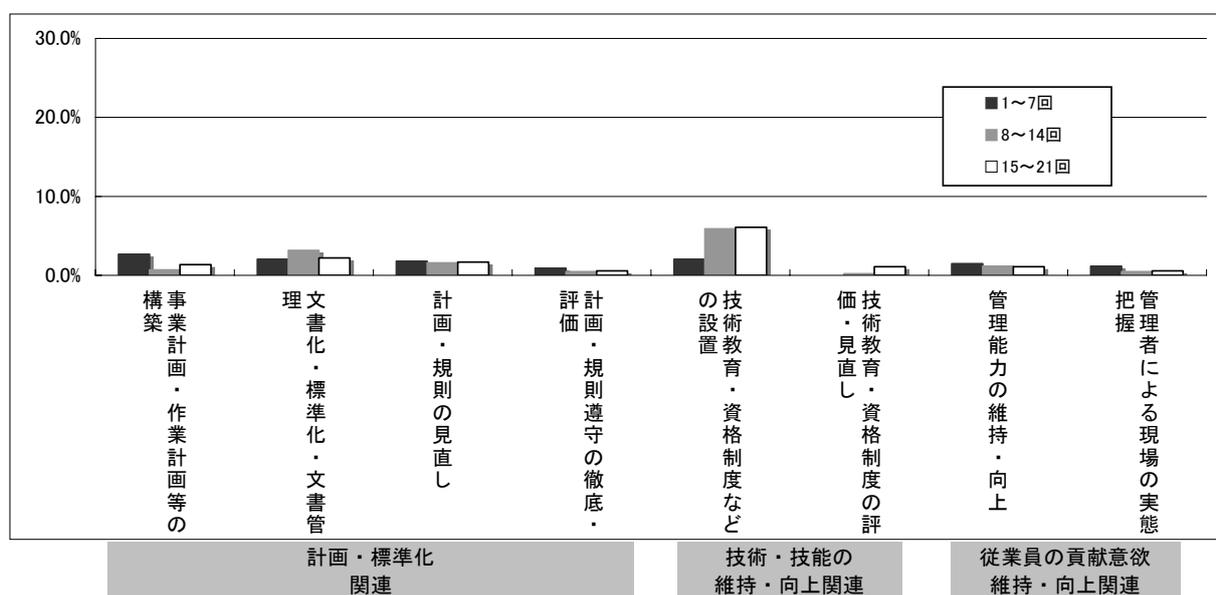


図2. 3 無事故組織の対策・活動状況(3)組織の基礎的能力の向上

これまで述べてきた事項と比較して、これらは、いずれも実施率はそれほど高くない。ただし、ひとつの特徴として、技術教育・資格制度などに関する制度整備が近年になって進展していることが伺える。これは、化学産業分野において、過去15～20年の間に次々と世代交代が進み、技術力の低下に対する懸念の声があることと関連しているものと思われる。

3 教訓の抽出と一般化による再整理、及び教訓の分類

3.1 目的

1990年代に入り、原子力分野ではチェルノブイリ事故以降、安全文化の醸成など組織事故の防止が強く求められてきている。近年は、JCO 事故、美浜3号機事故等、原子力分野で発生した重大事故、あるいは、東電自主点検記録の不正問題等、原子力に対する国民の信頼を大きく傷つけたと考えられる事件が発生している。これら事故・事件等が発生した場合、その都度技術的側面とともに人的・組織的要因の観点から多角的に対策がとられているが、事故や事件は後を絶たない状況にある。

一方、他産業においても、2005年のJR西日本福知山線事故や同年に注目された日本航空のトラブルのように、公共交通機関において発生した事故は記憶に新しい。また、近年では、情報技術システムの発展と活用範囲の拡大に伴い、みずほ銀行統合直後の決済システムのトラブルや、東京証券取引所のトラブルによる半日間の取引停止等、社会経済に及ぼす影響も拡大してきている。これら他産業における事故・トラブルについても、人的・組織的要因の関与が指摘される事例が多い。

こうした状況を踏まえ、本作業では、技術分野を超えて横断的に産業界の巨大システム(原子力・化学等プラント、航空機・鉄道等輸送システム、宇宙開発システム、情報技術システム等)の事故について、事故の潜在的要因や組織・管理上の欠点などを分析した結果を比較・整理することにより、事故から得られる教訓を抽象化して共通する課題・教訓として分類・整理し、事故から得られる教訓を分野を超えて共通のものとする「事故の見方(事故調査・分析の視点)」を示すことを目的とする。

3.2 概要

「1. 事故事例の収集・分析」における作業結果を踏まえ、事例から得られる教訓を抽出するとともに、巨大システム事故分析研究会を設置し、そこで実施した検討内容を受けて、教訓が各技術分野特有のものではなく、各分野で共通となるよう一般化し、再整理した。

3.3 実施結果

3.3.1 巨大システム事故分析研究会の設置

教訓の抽出と一般化による再整理、及び教訓の分類に当たっては、様々な分野の学識者・実務者からなる「巨大システム事故分析研究会」を設置し、委員・招聘者からのプレゼンテーションを受けるとともに、それに基づく討議を行った。研究会の設置及び運営に関しては、原子力安全基盤機構から原子力以外の産業全般を含め事故分析の業務実績の豊富な株式会社社会安全研究所に事務局を委託して円滑な議事運営に努めた。

研究会メンバー(委員・招聘者)及び研究会(全6回)の内容を以下に示す。

・ 巨大システム事故分析研究会 メンバー

座長	熊本 博光	京都大学大学院情報学研究科 教授
委員	石井 和宏	全日本空輸株式会社 整備本部 品質保証部 部長
	小松原明哲	早稲田大学 理工学部 教授
	佐藤 健宗	弁護士
	高橋 信	東北大学 大学院 工学研究科 助教授
	古濱 寛	東京電力株式会社 技術開発研究所 ヒューマンファクターグループ
	和田 有司	産業技術総合研究所 爆発安全研究センター 主任研究員
	渡辺 憲夫	日本原子力研究開発機構 安全研究センター 研究主幹
招聘者	牧野 眞臣	独立行政法人 原子力安全基盤機構 規格基準部 ヒューマンファクター評価グループ グループ長
		[第1回:テーマ:我が国における報告された原子力発電所のトラブル事例]
	小林 宏之	株式会社日本航空 機長 広報部担当役員付部長
		[第2回:テーマ:航空界における事故防止の取り組み]
	村田 俊雄	東日本旅客鉄道労働組合 中央執行委員 業務部長
	[第3回:テーマ:鉄道分野の現場から]	
事務局	首藤 由紀	株式会社社会安全研究所 取締役副所長 ヒューマンファクター研究部長

・ 研究会の検討経緯

第1回：平成17年12月8日（木）

話題提供（原子力分野）：(1)原子力分野の近年の状況
(2)原子力分野の現場から

第2回：平成18年1月12日（木）

話題提供（航空分野）：(1)航空分野の現場から
(2)運航乗務の現場から

第3回：平成18年1月31日（火）

話題提供（鉄道分野）：(1)近年の鉄道分野の事故とその課題（法律家の立場から）
(2)鉄道分野の現場から

第4回：平成18年3月7日（火）

今年度の結果とりまとめと、巨大システムに共通する重要課題について

第5回：平成18年5月22日（月）

平成17年度調査の取りまとめ結果報告

3.3.2 原子力・航空・鉄道分野における近年の状況

「巨大システム事故分析研究会」では、第1回～第3回にわたって原子力・航空・鉄道の3分野をテーマに検討を行った。以下に、その概要を示す。

(1) 原子力分野の現状

① 原子力分野における近年の動向

我が国では、原子炉等規制法の規定に基づいて、事業者は原子力施設において事故・トラブルが発生した場合、国に報告する義務があると定められている(表 3.1)。

過去に国に報告された事故・トラブルの統計をみると、国内においては、チェルノブイリ事故の前はもちろん、その後90年代に入っても、施設外に影響を与える事故は起こっていなかった。1プラント当たりのトラブル件数や、その中に占める人的過誤を原因とする件数は図 3.1 のような推移をたどっている。特に1990年代に入ると、トラブル件数は1プラント当たり毎年1件以下、人的過誤件数も0.1件/基・年前後で推移している。

しかし一方で、社会的に注目を浴びるトラブルは、国内でもしばしば発生していた(表 3.2)。

表 3.1 原子炉等規制法に定める事故・トラブルの報告基準(原子力発電所の場合)^{注9}

<p>①原子炉の停止及び原子炉の出力抑制</p> <ul style="list-style-type: none">原子炉の運転中における、原子炉施設の故障による原子炉の運転停止または出力低下(運転上の制限から逸脱せず、故障の状況に変化がみられないものを点検するために停止する場合等を除く)があった場合。
<p>②原子炉施設の故障</p> <ul style="list-style-type: none">原子炉施設を構成する安全上重要な機器等に技術基準不適合があるかまたは安全を確保するために必要な機能を有していないと認められた場合。火災により安全上重要な機器等が故障した場合。保安規定に定められた運転上の制限から逸脱する原子炉施設の故障(軽微なものを除く)があった場合。運転上の制限から逸脱があり、かつ、保安規定で定められた措置が行われなかった場合。
<p>③原子炉施設の故障等による影響</p> <ul style="list-style-type: none">原子炉施設の故障等による放射性廃棄物の計画外の排出、汚染されたものの管理区域内での漏えい及び被ばくがあった場合。
<p>④放射線管理</p> <ul style="list-style-type: none">濃度制限を超える放射性廃棄物の排出、管理区域内漏えい、管理区域外漏えい及び線量限度を超えた放射線従事者被ばくがあった場合。
<p>⑤人の障害</p> <ul style="list-style-type: none">原子力施設の故障等が原因で、人の障害(入院治療が必要でない場合を除く)が発生した場合。

^{注9} 従来は、原子炉等規制法の省令及び通達に基づいて報告がなされていたが、後述する東電問題等を受けた同法改正に伴い、平成15年10月1日より省令に一本化して明確化が図られている。

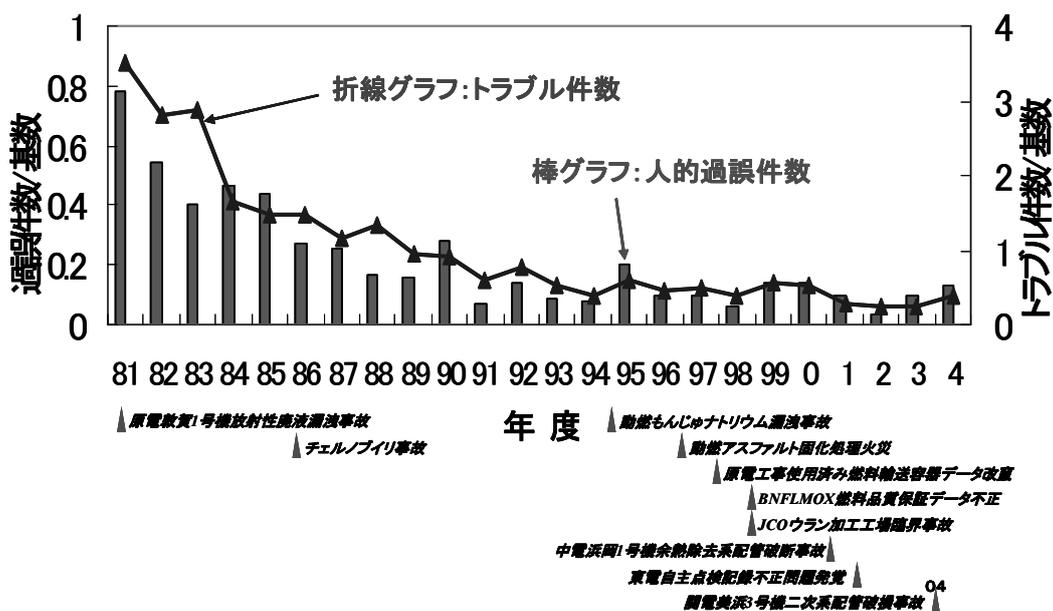


図 3.1 国に報告されたトラブル事象と人的過誤発生の推移(1プラント当たり)

表 3.2 国内における JCO 事故までの主なトラブル

年月日	事例概要
1989.1.6	東京電力福島第二3号機、再循環ポンプ破損、原子炉内に金属片混入
1991.2.9	関西電力美浜2号機、蒸気発生器伝熱管の破断
1995.12.8	動燃・高速増殖原型炉「もんじゅ」、2次系ナトリウム漏洩・火災
1997.3.11	動燃・東海事業所アスファルト固化施設で火災爆発
1997.4.14	動燃・新型転換炉「ふげん」で重水漏れ
1997.8.26	動燃・東海事業所で、ウラン廃棄物収納ドラム缶に腐食等発見
1997.9.12	日立製作所等 原子力発電所配管の焼鈍温度記録疑義があると報告
1997.11.20	原研・東海研究所ウラン濃縮研究棟火災
1998.4.8	日本核燃料開発、照射済み試験片等の所在不明が判明
1998.10.9	原燃工事等、使用済核燃料輸送容器の遮へい材データに改ざんがあったと報告
1999.7.12	原電・敦賀発電所2号機で冷却材漏洩事故
1999.9.14	関西電力、高浜3号機用の MOX 燃料で、製造元(BNFL)の品質管理データの一部に疑義があったとする報告を受けたと発表
1999.9.30	JCO 事故発生

特に 90 年代後半は、トラブル事象発生後の対応の不備や品質管理上の法令・規則違反など、組織的な「不祥事」とも言える事象が続いた。このような中、1999 年 9 月 30 日に東海村の核燃料加工工場で臨界事故(以下、JCO 事故とする)が発生したのである。

JCO 事故は、我が国で初めて周辺住民の避難・屋内退避措置がとられた事故であり、その後の原子力安全に関するさまざまな動き(表 3.3)の起点とも位置づけられる。

表 3.3 JCO 事故以降の主な原子力分野の動き^{注10}

時期	主な動き			
	■事故・トラブル等	○社会の動き	◆規制側の動き	◇事業者等の動き
1999.9.30	■JCO 事故発生			
12.9	◇ニュークリアセーフティネットワーク(NS ネット)設立			
12.17	◆原子炉等規制法改正(保安検査等義務づけ、保安検査官配置)、原子力災害対策特別措置法制定(各種原子力防災対策)			
2000.4.3	◆原子力安全委員会、総理府に移管(2001.1.6 より内閣府)			
6.16	◆原子力災害対策特別措置法施行(各電力事業者が防災業務計画を提出)			
2001.1.5	◆資源エネルギー庁、原子炉等規制法改正に基づく各発電所の保安規定変更を認可			
1.6	◆原子力安全・保安院、設立			
5.27	○新潟県刈羽村、東京電力柏崎刈羽発電所のプルサーマル計画受入に関する住民投票実施、計画反対が過半数を占める			
11.7	■中部電力浜岡 1 号機、余熱除去系配管破断事故			
11.18	○三重県海山町、原子力発電所誘致の住民投票実施、反対が過半数を占める			
2002.8.29	■東京電力、原子力発電所の自主点検記録不正等を発表			
10.12	○新潟県・柏崎市・刈羽村、プルサーマル計画の事前了解を取り消し			
10.18	◇電気事業連合会「信頼回復委員会」設置			
11.29	◆原子力安全・保安院、東京電力福島第一発電所 1 号機の運転停止命令			
12.11	◆電気事業法、原子炉等規制法改正(定期事業者検査義務づけ、品質保証体制の保安規定への明記等)、独立行政法人原子力安全基盤機構法成立			
2003.1.27	○名古屋高裁金沢支部、「もんじゅ」で国の設置許可申請を無効と判決(但し 2005.5.30 最高裁で逆転判決)			
4.15	◇東京電力福島第一発電所 6 号機が安全点検入りすることにより、同社の原子力発電所 17 基がすべて停止			
8.14	■米国・カナダで史上最大の停電事故			
10.1	◆(独)原子力安全基盤機構設置			
12.24	◇東北電力、巻原子力発電所の計画を断念・撤回			
2004.6.28	◇東京電力柏崎刈羽発電所 2 号機が再起動、同社の原子力発電所 17 基が 1 年 10 カ月ぶりに全号機稼働			
8.9	■関西電力美浜発電所 3 号機 2 次系配管破断事故			

この事故により、新たに原子力災害対策特別措置法が制定され、緊急時応急対応拠点施設(オフサイト

注10 第1回研究会討議内容及び電気事業連合会「原子力発電四季報」第10号(1999.12)～28号(2004.8)に基づき作成。

センター)の設置を始めとする原子力防災施策がとられることとなった。また事故の直接原因が、ウラン溶液を許可された手順とまったく異なる方法で取り扱ったことであり、そうした手順違反が従来から組織的に行われていたと判明したことなどから、事業者の安全意識・モラル、さらには「原子力安全文化」の重要性が指摘された。このため、産業界では安全文化の共有化・向上を図るためのネットワーク組織(NS ネット)が設立された。一方で、核原料物質、核燃料物質及び原子炉の規制に関する法律(原子炉等規制法)が一部改正され、保安検査・保安教育が義務づけられるとともに、原子力保安検査官が各発電所等に配備されるなどの対応が取られた。

また、翌 2000 年から 2001 年にかけて、JCO 事故を契機とした原子力安全委員会の総理府(現・内閣府)への移管、中央省庁再編に伴う原子力安全・保安院の設置など、原子力安全に関わる国の体制が大きく変化した。

しかし、こうして JCO 事故を受けた原子力安全への取り組みが進められる中、2002 年 8 月に東京電力が原子力発電所の自主点検記録に不正があったことを発表、いわゆる「東電問題」として大きく取り上げられることとなる。この結果、同年 11 月、同社の福島第一発電所 1 号機は我が国で初めて「運転停止命令」を受け、翌年 4 月には同社の原子力発電所 17 基がすべて停止するという事態となった。また、電気事業法及び原子炉等規制法が改正され、これまで事業者が自主的に行っていた検査を定期事業者検査として義務づけるとともに、保安規定に品質保証体制を明記してその遵守が求められるようになる。加えて、(独)原子力安全基盤機構が設立され、こうした事業者の取り組みに対する確認・検査体制の充実が図られた。

このように原子力分野では、JCO 事故を起点として「安全文化」の重要性が指摘されるとともに、その後の東電問題などもあいまって、安全規制がより充実・厳格化してきたとすることができる。しかし、そのような中、2003 年 8 月には関西電力・美浜 3 号機で 2 次系配管破断により作業員 5 名が死亡するという重大な事故が発生した。そしてこの事故でも、不適切な保守管理・品質保証活動の背景として「安全文化の綻び」という組織的要因が指摘された。

こうしたことから、近年の原子力分野では、品質管理などいわゆる「不適合管理」を通じて、問題点を可能な限り抽出し、これを是正していく活動が行われている。また、社会に対する説明責任・情報公開という観点から、これら「不適合事象」の発生状況についてもグレード区分を行って公開基準を設け(表 3.4)、軽微な事象も含めて積極的に公開されている。

表 3.4 不適合事象のグレード分けと公表基準の例^{注11}

グレード	内 容
As	・法令、安全協定に基づく報告事象 事象 ・プラントの性能、安全性に重大な影響を与える
A	・保安規定に関わる不適合事象 ・定期検査工程へ大きな影響を与える事象
B	・国の検査等で指摘を受けた不適合事象 ・運転監視の強化が必要な事象
C	・品質保証の要求事項に対する軽微な不適合事象
D	・通常のメンテナンス範囲内の事象
対象外	・消耗品の交換等の事象

公表区分		事象の概要
区分Ⅰ	夜間・休祭日を問わず、すみやかに公表	法律に基づく報告事象等の重要な事象
区分Ⅱ	休祭日を問わず、すみやかに公表、夜間の場合は翌朝準備が整い次第公表	運転保守管理上、重要な事象
区分Ⅲ	毎日(平日)、不適合事象を取りまとめて公表	運転保守管理情報の内、信頼性を確保する観点からすみやかに詳細を公表する事象
その他	定期的に不適合事象を取りまとめて公表	上記以外の不適合事象

② 近年のトラブル事例に見るヒューマンファクター

このように、近年の原子力分野では、チェルノブイリ事故を契機として重要性が指摘されるようになった「組織の安全文化」の問題が特に注目を浴びている。しかし一方で、個々に生じているトラブル事例では、現場の作業員・運転員などによる人的過誤を原因としている例が非常に多い。

国内で発生したトラブル事例について人的過誤の要因を見ると、全体に占める割合としては、「習慣的行為」「不適切な手順書・図面」「専門知識・経験の不足」が特に多いとされる。また、作業内容別に見ると、保修関係の「組み立て作業」や管理関係における「手順書・作業図面」の不備に起因するものが多い。

大規模な事故・災害には至らない比較的小さなトラブルでも、そこに見られるヒューマンファクターには大規模事故・災害と共通のものがある。例えば実際のトラブル事例として、以下のようなものがあげられる。

【事例1】再循環ポンプ入口・出口配管に繋がるフランジからの漏水で原子炉停止

原子炉格納容器内で漏水が想定されたため、原子炉を停止して点検したところ、再循環ポンプ入口・出口配管に繋がるフランジの締め付け不足により、漏水が発生していた。従来品とは異なる部品(ガスケット)を用いたにもかかわらず、従来品の締代管理値を用いて締め付けを行ったことが原因である。

^{注11} 平成15年11月10日付東京電力プレス発表「当社原子力発電所における不適合事象の公表方法の見直しについて」及び同社発電所ホームページに公開されている各種「不適合是正管理状況について」より作成。

(要因)

- ・担当者は、従来品の代替として手配したガスケットが従来品と同等の性能を持つと思い、また請負作業者に型番号などを明示せず(工事管理品質保証要領違反)。
- ・現場が狭くトルクレンチが使いにくいいため、現場の判断で本来行うべきトルク管理から締代管理に変更。
- ・作業方法を変更したが、作業要領書の変更や上司への報告を行わず(所内要領等のルール不遵守)。
- ・工事要領書の様式は作業内容と点検シート内容を比較しにくいいため気付かず。

【事例2】燃料装荷時に制御棒1カ所未挿入

燃料装荷後の定期記録採取時に、制御棒1本が未挿入であることを発見。原因は、燃料装荷時途中で操作員が交代する際に挿入完了時刻を予測(見込み)で記入し、交代後の作業員が次の制御棒の欄から記入を開始したことである。

(要因)

- ・制御棒を操作していた操作員は、引継時間が迫ってきたため、挿入完了時刻を予測で記入(基本動作・ルール遵守の不徹底)。
- ・交代後の操作員は、制御棒の番地確認をせず、異なる制御棒の挿入完了時刻を手順書チェック欄に記入(基本動作・ルール遵守の不徹底)。
- ・手順書のチェック欄が確認を確実にできるような様式になっていなかった(手順書の不備)。
- ・当直長は操作員の報告をCRT画面等で確認せず。

【事例3】原子炉起動時の制御棒引き抜き操作による原子炉自動停止

14日間停止後の原子炉起動時に、手順書に従って制御棒を引き抜き作業中、中性子束の増加により原子炉が自動停止した。原因は、操作員による制御棒引き抜きの間隔が短すぎたことである。

(要因)

- ・手順書に臨界到達の解析予測が記入されており、運転員はそのステップに到達するまでは臨界しないと誤解(手順書の意味合い周知不十分)。
- ・手順書には、臨界近傍での中性子束傾向(記録計)確認及びその状況による引き抜きタイミング調整の指示が不明確(手順書不備)。
- ・制御棒引き抜きは単純作業の数多い繰り返しであり、操作員が操作慣れ、作業への傾注(懸命行為)により全体状況を検知せず。
- ・上司3名は日誌確認等に傾注し、指示・指導が不十分。

この事例では、特に、臨界接近にもかかわらず、複数いる上司が書類作業に注意を集中して人間による多重防護系を果たさなかったことが、大きな問題と考えられる。

【事例 4】復水真空度読み上げ誤りによる原子炉手動停止

復水器細管漏洩調査のため 60%出力で運転中、復水器真空度の維持困難という判断で、タービンを手動停止した。実際には真空度は低下しておらず、CRT 画面上の復水器真空度を監視・読み上げた運転員が、途中から同一 CRT 上の発電機出力値を誤って読み上げていた。このため、真空度を維持するための出力降下により、読み上げられる値がさらに低くなり、真空度がさらに低下していくように誤認した。

(要因)

- ・真空度の読み上げは、数値のみで単位をつけず。
- ・CRT 画面上は復水器真空度と発電機出力が隣接、警告機能を出力に応じて設定変更していなかったため発電機出力が異常値(赤色)表示。
- ・復水器真空度に注意が集中、他の関連パラメータを確認せず。
- ・パネル盤上の復水器真空計で実際の真空度の値に気付いた運転員は、CRT 表示の方が早く反応するという誤った認識により、これを報告せず。

【事例 5】運転中原子炉の保護継電器盤操作による原子炉自動停止

原子炉 2 基(1、2 号機)分の電気盤が並ぶプラントで、停止中の 1 号機の保護継電器盤を操作すべきところ、誤って運転中の 2 号機の電気盤を操作したため、原子炉が自動停止した。作業員が電気盤の表と裏を何度も往復する中、作業場所を誤認したことが原因である。

(要因)

- ・電気盤は同色・同型かつ隣接しており、外観上の区別困難。
- ・A 系、B 系の 2 つの電気盤にそれぞれ 1、2 号機の端子が配置されており、誤解しやすい配置。
- ・盤最上部には号機表示があったが、作業箇所には号機表示なし。

【事例 6】燃料取替用水タンクの水抜き中、負圧となりタンク変形

燃料取替用水タンク(復水器タンク)から、原子炉キャビティ(原子炉容器上部プール)への水張りのため水抜き作業中、空気抜き管の目張りによりタンクが負圧となり変形した。空気抜き管への目張りは水抜き作業後に実施すべきところ、協力会社が事前に目張りを行ったことが原因である。

(要因)

- ・従来は事業者自身が実施していた作業を数年前に協力会社に移管した際、工事仕様書に注意事項記載なし。このため協力会社の作業手順書では負圧防止対策できず。

この事例は、特に協力会社への発注切替時に生じたコミュニケーション不足が要因となっている点で、2003 年 8 月に関西電力・美浜発電所で発生した 2 次系配管破損事故と共通する要因と言える。

③ ヒューマンファクターの視点から見た原子力発電現場における現状の課題

一般に、事故・トラブルなどが発生し、それが人間のエラーを要因としていると、「原因はヒューマンエラー」と言われることが多い。しかし、ヒューマンファクターの視点では、人間のエラーは「原因ではなく結果である」と考えられている。すなわち、人間には本来持っている特性があり、人間を取り巻く環境がこの特性にうまく合っていないと、結果としてエラーが引き起こされるという考え方である。

人間がエラーを犯す背景には、例えば、使用する機械・設備が使いにくい、十分な時間・空間がない、手順書がわかりにくい、周囲の人々とのコミュニケーションが良くないなど、人がエラーを起こしやすい環境がある。これらは「過誤強要文脈(error forcing context)」と呼ばれ、人的過誤を防止するためには、こうした環境を改善することが必要とされている。

このようなヒューマンファクター観点から、現在の原子力発電分野の現状を見ると、近年の様々な動向を受けて、例えば次のような事項が現場の負担を増加させたり現場に混乱や困惑をもたらしたりする要因となっていると指摘される。

○書類業務の増加:

近年、発電所における書類業務の量が増加している。特に、法により策定・遵守が定められている保安規定は、近年の法改正による内容充実を受けて、その分量が大幅に増え、また頻繁に改訂されることとなった。この保安規定に基づいて策定する作業要領書・マニュアル類等についても、その量が増加している。

○規定・規則の複雑化・増大:

各種規定・規則類については、必ずしも分かりやすいものとはなっておらず、解釈が非常に難しい場合がある。また、過去の問題に対する再発防止策が統合・取捨選択されることなく継続される場合もあり、すべてのルールを人々が記憶し遵守することは難しいという現実となっている。

○現場の多忙・業務輻輳:

発電所の現場は極めて多忙であり、作業内容の確認などを十分に行う「ゆとりがない」と感じられている。特に品質保証制度の導入により書類整備・管理に追われ、現場に対する意識の低下を心配する声がある。

原子力発電分野では、上記のような課題に現在直面しており、これを解決する方向で歩みだそうと動き始めているところである。特に、品質保証制度の導入に伴う大きな変革はおおむね一段落し、その効果を実感する声も上がっている。また、実際の業務について、勤務態勢・人員配置なども含めて、上記の課題を十分に認識した上で改善への取り組みが始められようとしている。

原子力発電所のような巨大技術システムを許容可能なリスクの範囲内で安定的に運用するためには、機械のみならず人間の品質保証が重要である。その意味で、その運用に携わる人間に対しどのようなタスクを求めるのか特定し(タスクの明確化)、それを人間に求めることが妥当であるかを検証し(妥当性の検証)、人間がそのタスクを遂行するための要求事項(必要な能力等)を定め、その要求事項を満たすための管理手段(教育・訓練方法等)を定めることが必要である。

近年、原子力発電分野においても、例えば当直長など特定の職位の作業員については、どのような能力・知識を求めるとかが定義され、それが他の部門についても広がりつつある。しかし、より根本であるタスクの明確化、妥当性の検証などは、まだ十分とは言えない。ヒューマンファクター観点からは、人間の特性を十分に理解した上で、人間に委ねるタスクをどのように定めていくかを検討することが必要である。

(2) 航空分野の現状^{注12}

① 航空分野における近年の動向

航空分野の世界的な状況を見ると(図3.2)、1960年代から1980年代までは急速に事故率が低減している。しかし、80年代半ばころからは減少率が漸減し、2004年においては100万飛行当たり0.6~0.7件(全損事故)程度となっている^{注13}。

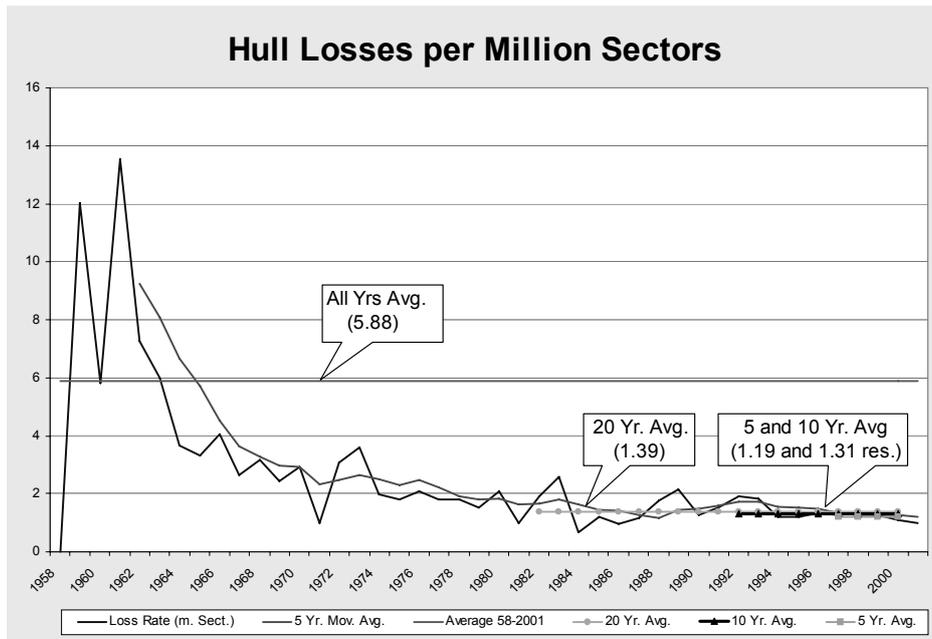


図 3.2 世界の 100 万飛行あたりの全損事故率の推移^{注14}

これらの事故の原因を見ると、古くは設計の不備や機械の信頼性不足による機械的要因が多かったものの、技術の進歩によりハードウェアが改善され、これは急激に減少した。一方、人的要因については、その重要性が認識されさまざまな研究・対策がとられてはいるものの、事故全体に占める割合が増加する傾向となっている(図3.3)。

注12 第2回研究会・石井委員、小林氏の発表と委員の討議による。

注13 ただし、先進国や国内のみの場合は、さらに事故率は低い。

注14 第2回研究会・石井氏発表資料より。

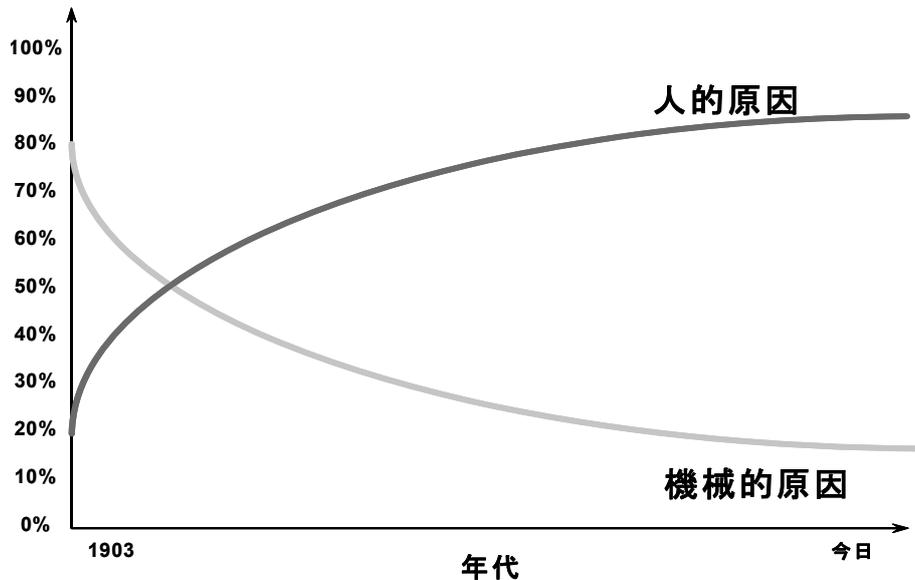


図 3.3 事故原因の推移^{注15}

また、近年、世界で発生した事故の発生要因の区分を見ると、主原因としては、乗員の部分が 70%以上を占め、設計・製造とその他(天候等)が各 10%程度、整備は 3%となっている。しかしこれを多重要因で見ると、乗員関連は 70~75%とほぼ同様であるが、整備が関与する事故が 30~35%、マネジメント要因の指摘される事故は 60~80%と、それぞれ大幅に多くなっている。その意味で、整備やマネジメントという要因は、事故を起こす背景要因として非常に大きなものとなっているとすることができる。

国内の航空分野では、事故やトラブルは表 3.5 に示すように内容別に区分されており、すべて国に対する報告義務ある。特に、重大インシデント以上の事象が発生した場合には、航空・鉄道事故調査委員会が調査を実施し、技術的な側面とともにヒューマンファクターの観点からも原因調査がなされている。

表 3.5 航空事故、重大インシデント、イレギュラー運航の定義

<p>○航空事故:航空法第 76 条に定められている「航空機の墜落、衝突又は火災」、「航空機による人の死傷又は物件の損壊」、「航空機内にある者の死亡(自然死等を除く)又は行方不明」、「航行中の航空機の損傷」をさす。</p> <p>○重大インシデント:航空法第 76 条の 2 に定められている「航空事故が発生するおそれがあると認められる事態」であり、閉鎖中または他の航空機が使用中の滑走路からの離着陸や滑走路からの逸脱(航空機自らが地上走行できなくなった場合のみ)など 14 の事態が航空法施行規則第 166 条の 4 に定められている。</p> <p>○イレギュラー運航:運航の安全に直ちに影響を及ぼすような異常事態ではなく、例えば、多重化されたシステムの一部のみの不具合が発生した場合に、乗員がマニュアルに従い措置した上で、万全を期して引き返しなどを行った結果、目的地などの予定が変更されたものなどをさす。</p>

注 15 第 2 回研究会・石井氏発表資料より。

90年代以降の主な事故・トラブルを見ると(表 3.6)、管制ミスや操作ミスなどヒューマンファクターが関与する事故が多く発生している。

表 3.6 近年の主な事故・トラブル

年月日	事例概要(要因)
1990.1.25	米国ケネディ国際空港でボゴタ発アビアンカ航空 B707 が、着陸直前に墜落(コミュニケーション)
1992.1.20	フランス国内線エール・アンテールのストラスブール行 A320 がボージュ山脈に墜落(設計、操作ミス)
1992.7.31	バンコク発カトマンズ行タイ国際航空 A310-300 は、豪雨の中カトマンズ北部の山岳地帯に墜落(施設、操作ミス)
1994.4.26	名古屋空港で台北発の中華航空 A300-600R が着陸に失敗、炎上(設計、操作ミス)
1996.5.11	マイアミ発アトランタ行きのパリュージェット航空 DC9 が離陸直後墜落(規制緩和、コスト優先)
1996.6.13	福岡空港でバリ島行きガルーダ・インドネシア航空 DC10 型機が、離陸時に滑走路をオーバーランして炎上(整備、操作ミス)
1997.6.8	三重県志摩半島上空で香港発日本航空 MD11 型機が、名古屋空港の着陸時、乱気流による操作ミスで客室乗務員ら負傷(操作ミス)
2000.2.28	北九州発の日本エアシステム MD87 は羽田空港に着陸の際、工事中的B滑走路に誤認着陸(コミュニケーション)
2001.1.31	焼津上空で、日本航空 B747 と同 DC10 が異常接近し、B747 が急降下した際に乗客・乗務員が負傷(コミュニケーション、規則)
2002.7.1	ドイツ、バーデンビュルテンベルク州上空でバシキール航空と DHL 貨物機が空中衝突(コミュニケーション)
2005.3.16	日本航空 B767 はドアモード変更を行わないまま、羽田-千歳間を飛行(コミュニケーション)

近年は国内の航空事業者による大事故は発生していないものの、国民からは公共交通機関として非常に高いレベルでの安全性が求められ続けている。このような状況の中、2005年3月16日に日本航空の旅客機が、出発時に行うべき非常口扉(4カ所)のドアモード変更を失念し、そのまま出発させるトラブルを起こした。同社ではこれ以前にも相次いでトラブルが発生していたことから、国土交通省は同年3月17日に同社に対する業務改善命令を発令している。この命令は、「安全組織体制の見直し及び従業員に対する安全意識の再徹底」というように、組織的な安全対策を強く求める内容であった。

② 近年の事例に見るヒューマンファクター

各航空事業者においては、事故・トラブル報告事象に至らない事例も含めて、再発防止・未然防止対策のために独自に調査・分析を実施している。ここでは、近年発生した主な事故・トラブルの要因を紹介する。

【事例1】燃料枯渇による墜落

空港への進入に失敗し、進入復行した B707 型機は、次の進入を行う前に燃料を使い尽くして全エンジンが燃焼停止し、住宅地に墜落した。空中待機中に飛行乗務員は燃料の状態を管制官に正確

に伝えず、待機空域を離れたときにはすでに燃料が危機的な状況にあった。機体の燃料状況が管制官に正しく伝わらなかった要因として、以下のような点が挙げられる。

(要因)

- ・副操縦士が「フューエル・ショーテッジ(fuel shortage)」あるいは「プライオリティ」という言葉を使用し、「緊急事態(emergency)」を使用しなかったことで、燃料の状態が正確に管制官に伝わらなかった。これは、副操縦士の訓練担当者がボーイング社で受けた訓練において、「優先順位」と「緊急事態」がほぼ同義であるという印象を持っていたことが要因とされている。
- ・副操縦士は管制との交信をすべて任されていたが、機長は交信内容に注意を払っていなかったか、正確にモニターできなかった可能性があり、飛行乗務員間で意志の疎通が図られず、機体の危機的な状況が航空交通管制に正しく伝わらなかった。

【事例 2】降下率の操作ミスによる墜落

A320 型機が、滑走路に正対する最終進入コースへ乗るため左旋回をしているときに、本来のコースよりも低い高度を飛行していたため墜落炎上した。乗員が飛行制御ユニット(FCU)の入力を誤ったため、通常よりも大幅に低い高度を飛行してしまったことが直接的な原因である。

その背景には、以下のような要因が指摘されている。

(要因)

- ・FCU の操作スイッチには、「TRK-FPA mode(経路・降下角度モード)」と「HDG-Vs mode(針路・降下率モード)」の 2 種類があった。本来ならば経路・降下角度モードに値を入力すべきであったが、両者のスイッチが非常に近い場所にあったため、針路・降下率モードに指示された値を入力してしまった。
- ・その他、クルーのコミュニケーション不足のため計器指示のクロスチェックや、協調してアプローチ戦略を実行することが出来なかった事などが事故を引き起こした要因として挙げられている。

【事例 3】管制ミスによる異常接近

管制センターにおいて、上昇中の B747 型機と巡航中の DC10 型機が接近・衝突する危険を警告する CNF(異常接近警報)が作動した際に、管制官が便名を取り違えて上昇中の B747 に下降指示を発出。その直後に B747 の TCAS(航空機衝突防止装置)において上昇を指示する RA(回避指示)が作動したが、引続き管制に従って下降操作を継続した。一方、DC10 においても TCAS が作動し、RA は下降を指示していたため指示に従って下降し、両機は互いを視認しながらも異常接近した。管制官が 2 機の便名を取り違い誤った指示を出したことが直接的な原因である。

その背景には、以下のような要因が指摘されている。

(要因)

- ・規定の管制間隔が欠如する 3 分前に作動するはずの CNF が、約 2 分 30 秒遅れて最接近の約 1 分前に作動したため、管制間隔を維持することが極めて困難となり、管制官を心理的に動揺させ

た。

- ・当時管制室では訓練中の管制官と訓練監督者が管制を実施していた。両者とも、管制と通信設定が終了していない他機や、便名の類似した他機との交信に意識が向いていたこと、また訓練の説明中のためレーダー表示画面上で交通状況の確認を行わなかったことから、DC10 を失念していた。
- ・TCAS が作動した場合の回避操作に関する規則が(ICAO のルールにおいても)あいまいだった。

【事例 4】スクリュー探索不足によるイレギュラー

4 発(大型)ジェット機が離陸上昇中に第 1 エンジンの油圧が低下し、同時にエンジンが振動したためエンジンを停止して引き返した。整備士がエンジンの整備中にエンジンのオイルタンクの蓋の交換作業時に、スクリューをオイルタンク内に落としたまま放置したため、油圧ポンプにスクリューが入り込んでシャフトを破断したことが原因である。

その背景には、以下のような要因が指摘されている。

(要因)

- ・整備士はスクリューをオイルタンクではなく、床に落としたと思い込んだ。
- ・たとえオイルタンク内に落ちたとしても、フィルターがあるので問題が無いと思い徹底した捜査を行わなかった(実際にスクリューはフィルター内に入り、1 年半は使用することができたが、フィルターを破ってしまいトラブルが発生した)。
- ・職場は事象報告しやすい雰囲気があったが、ベテランの整備士だったため「恥ずかしい」と感じてしまい報告しなかった。

【事例 5】作動防止工具取り外し忘れによるイレギュラー

双発(中型)ジェット機が離陸時にスポイラーが浮き上がり、操縦室への警報と機体の振動が発生したため、目的地外に着陸した。整備士が作業指示になかったスポイラーの作動装置のモードを、整備モードにしたまま戻さずに飛行してしまったことが原因である。

その背景には、以下のような要因が指摘されている。

(要因)

- ・作業指示に無かった箇所であったが、念のため整備モードにした。しかし、作業記録の作成や現物への表示を行わなかった。
- ・作業指示や作業記録に記載が無かったため、スポイラーの作動防止工具の点検や操縦系統の点検の際に、当該作動装置は点検されなかった。
- ・整備は数日間実施するため、整備モードに変更した担当者とそれ以降の確認を行う担当者が異なるため、作動装置が確認されることは無かった。
- ・当該機は整備しやすいように設計されており、他機であれば機体に別な部品を取り付けて作業をしなければならぬ箇所を省略できるため、作業自体は円滑に実施できるものであった。しかし、本

事例においては、この設計が見逃しを発生させてしまう要因となってしまった。

【事例 6】余分な部品の挿入によるイレギュラー

双発(中型)ジェット機が離陸しようと推力を上げたところ、エンジンの推力が上がらず、エンジン・コンプレッサーの警報が出たため離陸を断念した。整備時にエンジン・コンプレッサーの羽の角度を調整するリングの部分に、作業基準に無い部品(スペーサー)を挿入してしまい、羽の動きが悪くなって推力が上がらなくなってしまったことが原因である。

その背景には、以下のような要因が指摘されている。

(要因)

- ・担当した整備士は当該機を熟知しており、過去に同型機でスペーサー入れ忘れによる不具合が発生したことを覚えていた(しかし、正確な記憶ではなかった)。そのため、リング部分には 2 箇所スペーサーを挿入する必要があると誤認してしまっていた。
- ・実際にはスペーサーを挿入する箇所は 1 箇所、部品表や作業基準にも記載されていた。しかし、上記の誤認のため、部品表等の方が間違っていると思い込んだ。
- ・個人で判断した場合、記録を作成して上司に報告(デブリーフィング)する必要があるが、勤務終了時間が迫っていたためデブリーフィングを実施しなかった。
- ・エンジン担当部署の手順書には当該箇所に挿入しないよう記載がされていた。しかし、機体担当部署の手順書には反映されていなかった。

【事例 7】申し送り及び現物確認不足による部品付け忘れ

双発(大型)ジェット機の非常口のライトカバーを付け忘れた。当該機とは別な機体でライトカバーの不具合が発生したため、当該機のライトカバーを流用(部品庫に保管してある部品を装着せず、別な機体からはずして使用)したまま、当該機に付け忘れてしまったことが原因である。

その背景には、以下のような要因が指摘されている。

(要因)

- ・当該機はライトカバーを装着する作業は非常に簡単な作業のため、部品を流用した際に、取り外したところにタグ等の表示をしなかった。また、装着しなおす作業についても口頭のみで、不具合作業管理表に記載されなかった。
- ・当時その他にも別な整備作業があり、その別な作業を担当していた整備士が完了したことをコントロールルームで報告していた。ライトカバー取り付けを指示する担当者は、この報告がライトカバーの作業を完了したと思い込んでしまった。
- ・作業完了の確認も口頭で実施して現物確認をしなかった。

③ 航空分野における現状の課題及び取り組み

航空業界においては、過去に発生したコミュニケーションによるトラブル等を教訓に実施されてきている。例えば、CRM(Crew Resource Management)^{注16}等の安全対策は、医療や原子力分野にも応用されるなど、他の分野と比較して早い時期からヒューマンファクター対策が推進されてきている。しかし、前述のようにハード面の対策が進み事故率は減少してきたものの、上記事例のようなヒューマンファクターによるトラブルが発生している。その他にも近年の航空分野には以下のような課題があると指摘されている。

○コミュニケーションの機会の減少:

整備現場等では、かつては作業が違うもの同士であっても、密接なコミュニケーションがあった。すべてが業務に直結する内容というわけではないが、結果として良好なコミュニケーションをとることができていた。近年では、手順書が整備され、作業員の知識レベルは格段に向上している一方で、最低限のコミュニケーションは行っているものの、プラスアルファが無い。このことで、非定常事態が発生時に適切な連携を図って対処することができるかを懸念する声もある。

○暗黙知の伝承が困難:

現場では、経験・知識を積んだベテランが減ってきている。上記のコミュニケーション機会の減少とともに、経験あるいはさまざまな失敗から得た知識、知恵を持ったベテランの知識の伝承が困難になってきている。

○書類管理の増加:

書類の整理にエネルギーを使う量が増えている。部長と担当者は、ほとんどそれにかかりっきりになる場合が少なくない。

上記のような課題に直面している航空分野では、更なる安全対策が進められている。既存の対策については、CRMがかつてはパイロット個人の行動を対象としていた時期から、乗務員以外の運航関係者への応用へと広がり、近年では Threat & Error Management^{注17}の段階と進化しているように、より効果的な対策を目指し改善を図っている。原子力分野と同様に、航空分野においても整備の外注化やマニュアル・手順書の複雑化が問題視されている。最近では、現場に即し、現場の作業員が間違わないようなマニュアル類の見直しと、それに伴う教育・訓練を実施している。特に、関連する協力(グループ)企業間の品質レベルを一定にするために、グループ全体の規定・マニュアル、教育・訓練方法の統一化が図られ始めている。また、多種多様な作業に対応するために、例えば整備現場においてはダブルチェックよりもむしろ、作業者のレベルに応じた資格制度を導入し、「作業員自ら」が確実に管理を行う方法を導入している(併せて、確実に個人の作業者が「確かめ、見直し」を行うことができるような作業スケジュールや教育・訓練を実施している)。また、近年の動向としては、さまざまな安全対策を確実に運用していくことを目的として、セーフティ・マネジメント・システムの導入等のように、組織的な安全管理体制の構築が推進されてきている。

^{注16} 航空界で過去に発生した事故の中には、機長と副操縦士の間で適切な意思の疎通を図ることができれば回避できたと指摘されたものが複数あった。このような事故を教訓に、コミュニケーション、乗員間の連携、指揮統率、意思決定等のように安全な業務遂行に必要な能力の向上させることを目的にCRMが開発された。

^{注17} 乗員のエラーの可能性を大きくするような要因(自然環境、乗員・管制等とのコミュニケーション、タイムプレッシャー等)や、それによって生じたエラー等を認識し、事故の発生や拡大を防ぐ能力を身につける訓練

(3) 鉄道分野の現状^{注18}

① 鉄道分野における近年の動向

国内の鉄道分野では、事業者は鉄道事業法に基づき^{注19}、表 3.7 に示すような事故・トラブルが発生した場合、国に報告する義務があると定められている。

国内の鉄道分野における近年の事故発生状況を見ると(図 3.4)、87 年～90 年までは JR 各社、民間鉄道ともに大幅に事故件数が減少した。90 年代以降、この大幅な減少傾向はとどまり漸減傾向となるが、2003 年度には総件数 833 件と最も低い値となっている。

表 3.7 鉄道事業法に定める事故・トラブルの報告基準

<p>運転事故:列車が衝突した事故、列車が脱線した事故、列車が火災を起こした事故等。</p> <p>インシデント:運転事故が発生するおそれがあると認められる事態(車両の台車に重大な亀裂が発生した事態、列車が衝突しそうになった事態 等)。</p> <p>輸送障害:列車が運休したり、一定時間以上遅延した事態。</p> <p>電気事故:鉄道の電気施設の故障等により、死傷者を生じた事故等。</p> <p>災害:地震や台風等の自然災害等により、鉄道に生じた多大な事故。</p>

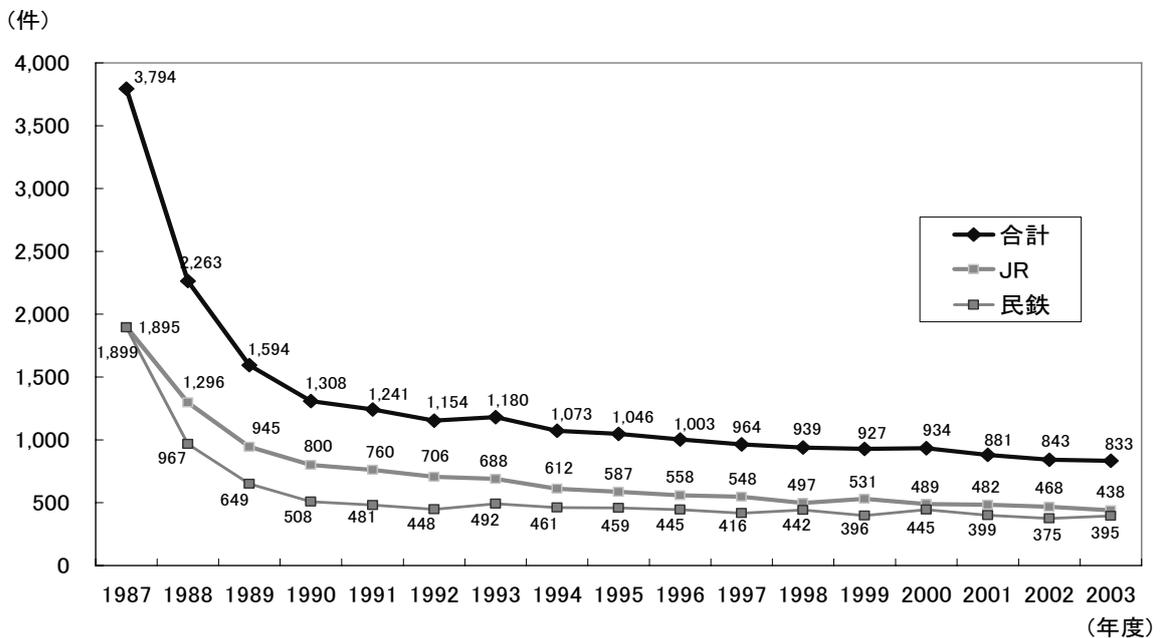


図 3.4 事故件数の推移 (1987 年～2003 年)^{注20}

注18 第3回研究会・佐藤委員、村田氏発表と委員の討議による。

注19 鉄道事業法第19条、第19条の2

注20 国土交通省鉄道局ホームページ <http://www.mlit.go.jp/tetudo/>をもとに作成。

戦後の主な事故を見ると(表 3.8)、多数の死者を出した事故は、戦後 20 年以内に集中している。特に、1962 年 5 月に三河島駅で発生した衝突事故は、過去に何度も発生していた信号冒進を原因とするものであった。この事故を契機に ATS(自動列車停止装置)の整備が推進され、以降信号冒進による大事故が発生することはほとんど無くなった。さらに、事故防止対策としてハード面とともに心理・医学的なソフト面も考慮した総合的な安全対策を整備していくことを目的として、1963 年 6 月に鉄道労働科学研究所が設立された。

表 3.8 国内鉄道分野の主な動き

時期	主な動き
	■事故・トラブル等 ○安全対策や鉄道関連の社会の動き
1945.8.24	■国鉄八高線において、単線区間に上下線の列車が乗り入れ正面衝突(105 名死亡)
1947.2.25	■国鉄八高線において、下り勾配で速度制御が不能となった列車が脱線し、高さ 5m の築堤に 3 両目以降の 4 両の客車が転落(187 名死亡)
1951.4.24	■国鉄京浜線桜木町駅で、下り列車が進入の際、工事作業者の作業で断線垂下していた架線にパンタグラフがからまり火災が発生(106 名死亡)
1962.5.3	■国鉄常磐線三河島駅の下り線で、信号冒進により脱線した貨物列車に下りの列車が衝突し上り線側に脱線、そこに上りの列車が衝突し前から 4 両が大破(160 名死亡)
1962	○ATS の整備が推進される
1963.6	○鉄道労働科学研究所(現在は鉄道総合技術研究所)設立
1963.11.9	■国鉄東海道線鶴見駅において、脱線した貨物列車に上下線の列車が衝突(161 名死亡)
1964.10.1	○東海道新幹線営業開始
1972.11.6	■国鉄北陸線において、急行列車が北陸トンネルを通過中に火災が発生(30 名死亡)
1987.4.1	○国鉄分割民営化により JR 各社発足(赤字ローカル線の第 3 セクターへの移行が進む)
1988.12.5	■JR 東日本中央線中野駅に停車中の下り列車に、後続の列車が衝突(2 名死亡)
1991.5.14	■信楽高原鉄道線(単線)において、赤信号のまま信楽駅を出発した信楽高原鉄道の上下り列車が、下りの JR 西日本快速列車と正面衝突(42 名死亡)
1993.8	○TASK(鉄道安全推進会議)設立
1995.12.27	■JR 東海東海道新幹線三島駅ホームにおいて、発車直前の「こだま 475 号」に乗車しようとした乗客がドアに挟まれたまま列車が発車し、乗客はホーム端から 34m 先まで引きずられ死亡
1997.10.12	■JR 東日本中央線大月駅構内で、下り線を通途中の特急に回送列車が衝突し、特急列車 5 両が脱線
1999.2.21	■JR 東日本山手貨物線で保線作業員が回送中の寝台列車にはねられる(5 名死亡)
2000.3.8	■営団地下鉄日比谷線中目黒駅の手前で、下り電車最後尾の車両が脱線、反対側を通途中の上り列車に衝突(死者 5 名)
2001.10.1	○航空・鉄道事故調査委員会設立(航空事故調査委員会より改組)
2002.11.6	■JR 西日本塚本駅構内で人身事故発生により、消防職員が線路付近で救助作業を行っている際に、後続の特急列車が衝突した(1 名死亡)
2005.4.25	■JR 西日本福知山線尼崎一塚口間で、上り快速列車が脱線転覆し、先頭 2 両が沿線のマンションに激突(107 名死亡)

その後、過去の事故を教訓に万全の安全対策を講じて 1964 年に開業した新幹線を含め、技術開発により大事故は大幅に減少することとなった。しかし、1972 年の北陸トンネル火災(30 名死亡)以降、約 20 年を経て、1991 年 5 月 14 日に JR 発足後初の重大事故となる信楽高原鉄道の正面衝突事故が発生した(42 名死亡)。

この事故は、分割民営化によって第 3 セクターに移行した赤字ローカル線の安全対策の問題や信楽高原鉄道と JR 西日本との連携不足等が事故の要因として指摘されている。また、事故再発防止に向けた独立の事故調査機関の設立を目指し、信楽高原鉄道事故の遺族を中心に TASK(鉄道安全推進会議)が設立された。その後、2000 年 3 月 8 日に発生した営団地下鉄日比谷線脱線衝突事故を契機に、既に航空分野で設置されていた航空事故調査委員会を改組し、常設の航空・鉄道事故調査委員会が設置された。

このような状況の中、2005 年 4 月 25 日に JR 西日本福知山線で 107 名もの死者を出す脱線事故が発生し、国内外に衝撃を与えた。この事故は、現在も航空・鉄道事故調査委員会による原因究明が行われているが、事故直後から組織の安全管理体制などの「組織要因」の関与が指摘されている。

② 信楽高原鉄道事故にみられるヒューマンファクター

近年発生した大事故のうち、信楽高原鉄道事故は、その規模とともに、再発防止という観点からの事故調査のあり方に関する課題や、その後の裁判の長期化にみられる遺族補償の問題など、鉄道業界のみならず多方面に影響を及ぼす事故であった。そこにみられるヒューマンファクターは以下のようなものがあげられる。

【事故の概要】

JR 西日本の貴生川駅と信楽高原鉄道の信楽駅間(単線)で、信楽高原鉄道の上り列車が赤信号の表示のまま信楽駅を出発し、JR 西日本下り臨時快速と小野谷信号所付近で正面衝突した。この事故で、42 名が死亡、614 名が重傷を負った。事故は、信楽高原鉄道の上り列車が、青信号が表示されない状態であるにもかかわらず、代用閉塞の手続き(信号にトラブルが発生した場合、係員を派遣し人間の手により列車の停止、発車を指示する方法)を実施せず、発車してしまったことが直接的な原因である。

その他にも、以下のような要因が指摘されている。

(要因)

・人員削減・経費節減の影響

— 信楽高原鉄道線は国鉄分割民営化により第三セクターに移行され、人員削減・経費削減の影響があり、信号保安設備が外注化されていた。そのため、事故当時の信号技師は下請け会社から派遣された社員で、信楽高原鉄道会社側と十分なコミュニケーションがないまま作業を行うような状況が発生していた。

・短期間のみ実施される業務に対する軽視があった。

— 信楽高原鉄道は単線で、本来は一度に 1 編成のみが運行し、列車が交差することはなかった。

- しかし、4月20日から世界陶芸祭が開催されていたため、開催期間の1ヶ月間はJR西日本から臨時に直通列車の乗り入れを実施することとなっていた。そのため、待避線を造って行き違い運行を行う方法に変更した。
- － JR西日本にも信楽高原鉄道側にも、1ヶ月間だけ輸送力を増強すればよいという思いがあった。
 - JR西日本と信楽高原鉄道が独自に実施した信号工事により、信号の操作状況や列車の運行状況によって、信楽駅の信号が赤に固着してしまう場合があった。
 - － JR西日本は自社の列車の運行に都合がよく信号が変わる「方向優先てこ」を国や信楽高原鉄道に報告することなく整備してしまった。一方、信楽高原鉄道も、制御タイミングの変更(信号を列車の運行に支障が無いように早めに変化するように変更した)や反位片鎖錠(関連する信号をすべて青(反位)に固定する)の工事を国にもJR西日本にも報告せずに実施した。
 - － JR西日本が整備した「方向優先てこ」は、設計ミスがあったが、社内のチェック(連動会議・結線会議)を実施しなかったため事前に設計ミスが発覚しなかった。また、実際に整備され問題が発覚した以降は、信号を直すのではなく、マニュアルで対応することとした。
 - － これら独自に行った工事により、事故当時、「方向優先てこ」を作動させたことにより、信楽駅の信号が赤に固着してしまう状況になってしまった。しかし、連動図等を共有していないため、信楽駅では信号が故障と判断してしまった。
 - 信号トラブルの際に代用閉塞手続きを行わず、誤出発検知装置に依存してしまった。
 - － 赤信号で列車が出発した場合、反対側の列車の信号を赤にして衝突を防ぐためのシステムとして、誤出発検出装置があった。事故前の、5月3日にも「方向優先てこ」を作動させて赤信号の固着が発生した状況で列車を発車させた。その際には、誤出発検出装置が作動して反対側の信号が赤となり、衝突することは無かった。
 - － 事故当時も、5月3日の状況と同じように、信楽駅が赤で出発しても、この装置により反対側の信号が赤になって列車は止まるだろうと判断した。
 - － 信楽高原鉄道の運行主任は、慌てていたため小野谷信号場の緊急連絡呼出回転灯を作動させるための呼び出してこを操作しなかった(たとえ操作をしたとしても、JRの運転士には回転灯の存在が伝わっていなかったため、JR西日本の運転士が気付くとは限らない状況だった)。
 - 協力会社の信号技師との連携ミスがあった。
 - － 信号保安設備が外注化され、事故当時信楽駅にいた信号技師は協力会社から派遣された社員で、信楽高原鉄道側と十分なコミュニケーションがないまま作業を行っていた。
 - － 事故当時、誤出発検出装置で出発することは信号技師に伝えられず、その一方で、別な担当者が、号技師に赤信号固着のトラブルを調査して直すように指示していた。
 - － 信号技師は、指示に従い信号設備のリレー室でリレー装置をジャンパー線で直結(「わたり行為」という手順違反)したため、誤出発検出装置が無効化されてしまった。
 - JR西日本と信楽高原鉄道の連携が不足していた。

- － JR 西日本の運転士に対する信楽高原鉄道線内の運転に関する教育訓練の不足や、信楽高原鉄道の無線の JR 西日本への貸与が行われないなどの連携不足があった。
- － 事故当時、臨時快速の運転士は、通常待避線で待機している信楽高原鉄道の列車がない（赤固着のトラブルにより信楽駅からの出発が遅れていた）ことを疑問に思った。しかし、対応方法がマニュアルや訓練等で指示されていないことや、信楽高原鉄道との無線が配備されていなかったため、特段の対処することなく青信号に従い出発した。

このように信楽高原鉄道事故は、事故発生までには、人員削減や組織間の連携不足など、組織全体としての問題が背景要因として存在し、事故当事者が正確に判断するための情報が得られずに、結果として個人の思い込みや個人間のコミュニケーションミスが発生して事故に至ったといえる。

③ その他、近年発生した事故に見られるヒューマンファクター

前述のように、信楽高原鉄道事故はいくつもの要因が複合して発生している。このような複合要因による事故の発生は、多数の犠牲者が発生した大事故のみに当てはまる特徴ではなく、事故に至らないトラブルであっても複数の要因が関与して発生しているものが大部分を占めている。例えば、以下のように多数の死傷者が発生しなかった事故であっても、同様に複数の要因が指摘されている。

【事例 1】後続列車の信号冒進による列車衝突事故

ダイヤの乱れのため先行列車が駅に停車していたが、後続列車は ATS が作動したにもかかわらず停止せず、先行列車に衝突した。ATS 作動時に適切なブレーキ扱いを行わなかったことが直接的な原因である。

(要因)

- ・設置されていた ATS は、警報が鳴って 5 秒以内に確認の操作をしないと非常ブレーキがかかる仕組みだった。しかし、運転士が確認の操作をすれば、運転士が危険を認知したと ATS が判断してしまうため、その後のブレーキ操作は運転士の判断にゆだねられてしまっていた。
- ・後続列車の運転士は、停止せず徐々に駅に行けば、先行列車は出発しているだろうとの思い込みがあった。しかし、実際には 4 分遅れで先行列車は出発していなかった。
- ・事故当時、列車を遅らせることによって罪悪感が醸成される「定時至上主義」というような雰囲気があった。

【事例 2】駅を通過中の特急列車に回送列車が衝突したことで発生した脱線事故

予定より 2 分遅れて駅を通過中の特急列車に、引き込み線から本線に入線してきた回送電車の前部が特急列車の左側面に衝突し、特急列車の 4～8 両目が脱線した。回送電車の運転士が、ATS の電源を切ったうえで入れ替え信号を見誤ったことが、事故の直接的な原因とされる。

(要因)

- ・ 運転士の「業務行路表」には、自身が運転する列車の運行計画や駅での列車入れ替え作業の開始時刻は示してあったが、入れ替え作業方法についての具体的な記載がなかったことと、同様の作業が発生する頻度が少なかったために当日の作業を十分に把握出来ていなかったのではないかとと思われる。そのため、過去に経験した他の作業と混同し、ATSの電源を解除したと指摘されている。
- ・ この背景には、運転士の判断によるATSの解除を行ってならないと決められていたにも関わらず、運用でATSを解除しなければ進めない箇所に車両留置が行われていたという事実が存在していた。その後、同様のインシデントの発生を調査し、駅構内の留置箇所ならびに留置方法を見直し、最終的には同駅内でのATS電源の解除を行う作業を廃止した。

【事例3】回送列車が作業員に衝突した人身傷害事故

駅構内の工事現場に向かうため、作業員5名と警備員1名が線路上を移動していた際に、後方から来た臨時の回送列車が衝突した。事故は、正確な運行ダイヤを確認していなかったことと、見張り員が見張りをしていなかったことが直接的な原因である。

(要因)

- ・ 工事の主任技師は当日の運行ダイヤを入手していなかった。また、集合時間に遅刻してしまったため、最寄り駅に電話して列車の運行状況を確認しないまま作業を始めさせてしまった。
- ・ 主任技師の遅刻は、厳しい労働環境の影響が指摘されている。
- ・ 事故当日は日曜日で、通常貨物線は日曜に山手貨物線を通らないスケジュールとなっていた。そのため、列車の運行状況が伝わらなかった作業員たちに、列車が来ないという思い込みが生じた。
- ・ 当時は保守作業者の安全を考えた線路閉鎖という概念はなく、列車接近警報装置等見張り員のミスに対する防護措置が無いまま、見張り員の監視だけに頼っていた。
- ・ 現場はすべて協力会社社員のみで、元請会社の社員が現場に立ち会っていなかった。

④ 鉄道現場における現状の課題

鉄道分野では、ATSの導入・改良、CTC(列車集中制御装置)の設置、車両の改良などの技術的な対策に加え、JR東日本等におけるCS運動(チャレンジ・セーフティ運動)などソフト面の安全対策が実施されてきた。その結果、前述のように、国鉄からの分割民営化以降も事故発生件数は大きく減少し、民営化が必ずしも安全対策を後退させないことが実証されている。

一方で、近年の鉄道現場においては、以下のような課題があると指摘されている。

○技術の伝承:

近年、設備の管理が直営の社員から委託業者にシフトしているため、メンテナンスの技術継承が困難になってきている。例えば20代の若手社員が50代の先輩を見て、今の職場の環境では自分たちはあの先輩に追い付けないという声を聞くことがある。

○意識の変化:

事故を教訓化して次につなげていくためには現場の肌感覚が重要である。「あそこはちょっと危ないな」と思ったことを現場の中で言い合って改善できる力を持つということが大事である。しかし、現状では、乗務員は分からないときには指令に聞こうという意識があり、保守部門では協力会社が調べてきたことをパソコンにインプットすればいいという状況となり、現場の肌感覚が希薄になってきている。

○技術革新:

メンテナンスフリーを目指した新型車両は、ブラックボックス化が進み、直営社員だけでは直せないという状況が多発してきている。さらに、メーカー頼みということも、大きな問題となってきた。また、過去の実績により信頼性が得られている技術より、技術革新による新しい技術を取り入れようという挑戦があだとなり、新技術の部分に障害が起きている場合がある。

○責任追及と原因究明:

公的な場における事故原因究明と責任追及だけでなく、組織内においても、トラブル等の原因究明を責任追及が阻害するという問題があると指摘されている。個人のエラーを人事評価として処罰することから、本来の原因究明が十分になされないという問題が生じることがある。一方で、逆に「責任追及より原因究明」を強く主張しすぎることの弊害も指摘されている。「責任追及しないのであれば処分はぜったいにすべきではない」という極端な意見が出たり、責任追及をさせないために真実を語らないという場合もある。

⑤ 責任追及と原因究明の課題

鉄道分野のみならずどのような分野においても、事故が発生した場合には、その発生原因の調査が行われる。すでに述べたとおり、ヒューマンファクターの視点では人間のエラーは原因ではなく結果と捉えるべきであるため、事故を起こした当事者に対する責任追及だけでは十分な再発防止対策とすることができない。従って、事故の直接原因が人間のエラーであったとしても、その背景要因(組織的な問題等)を究明していくことが重要である。

しかし我が国では、航空分野における航空事故調査委員会を除くと、刑事責任追及と独立した事故調査機関がなかったため、信楽高原鉄道を契機として主として鉄道分野を中心にその問題点が大きく指摘されてきた。その主な内容は、以下のとおりである。

○警察主体で実施される事故調査:

国民からの警察への厚い信頼等から警察の役割が大きい。しかし、警察は事件捜査のプロではあっても、事故調査の専門機関ではないため、捜査が非常に長期化する場合がある。また、捜査は秘密主義で、集めた情報は基本的に開示されない。

○刑事・民事責任追及:

刑法では、処罰の対象を厳しく限定することが原則となっている(刑法の謙抑主義)ため、行為として間違いがなければ、それは処罰されない。一方、民事裁判は、原告と被告がお互いに争点を設定

して争うことが前提となっており、事故原因の究明や再発防止が最大の目的ではない。その結果、裁判において認定される事実や論争内容は、本来の再発防止につながらない可能性がある。

○軽すぎる行政処分:

例えば、鉄道事業法において監督官庁に届け出て行すべき工事として定められているものを、無届けで実施するというのは故意犯である。これは過失よりも悪質で重く処罰を科すべきと考えられるが、こうした行政処分が極めて不十分であり、鉄道事業法違反は、法人に対する数十万円の課徴金のみとなっている。

鉄道分野の事故調査体制については、新たに航空・鉄道事故調査委員会が設立されたことで、事故調査方法が徐々に変わりつつあるものの、実際の事故調査現場では現在も警察が中心となって捜査が進められている。このため、真の原因究明と再発防止のためには、日本においても NTSB (National Transportation Safety Board: 米国国家交通安全委員会) のような組織が第一義的に調査を実施し、その中で、故意犯や故意犯に近い重過失等が判明したときに例外的に警察による刑事責任の追及が実施されるという事故調査体制の必要性が指摘されている。

3.3.3 各分野に共通する巨大システムの課題

ここまで示したとおり、今年度調査では、特に原子力発電、航空、鉄道の3分野について重点的に現状の事例分析・検討を行った。この結果、各分野の抱える課題の多くは、分野横断的に共通して問題となっていることが判明した。本節では、これらについて述べる。

(1) 巨大システムの全体像

分野横断的に巨大システムの課題を整理するため、その全体像を概念化したものが図3.5である。

巨大システムは、装置・設備などの「技術システム」と、それを運用・管理する人間や組織の集合体としての「運用・管理システム」の2つの要素からなる。このうち、後者の「運用・管理システム」は、さらに大きく「事業者(例えば電力会社、航空会社、鉄道会社)」と「協力会社等」に区分することが可能である。そして、「事業者」はさらに、発電所や航空機、列車などを運転・保守している現場と、企業などの組織体として全体を運営する経営部門に分けられる。一方の「技術システム」は、一般的には「事業者」の所有する装置・設備であることが多い。しかし近年では、例えば英国の国営鉄道分割・民営化に見られるように、列車を保有して運行する事業者とレールを保有して管理する事業者が別々の組織となるなど、技術システムが必ずしも1事業者の所有とならない場合もあると言えよう。

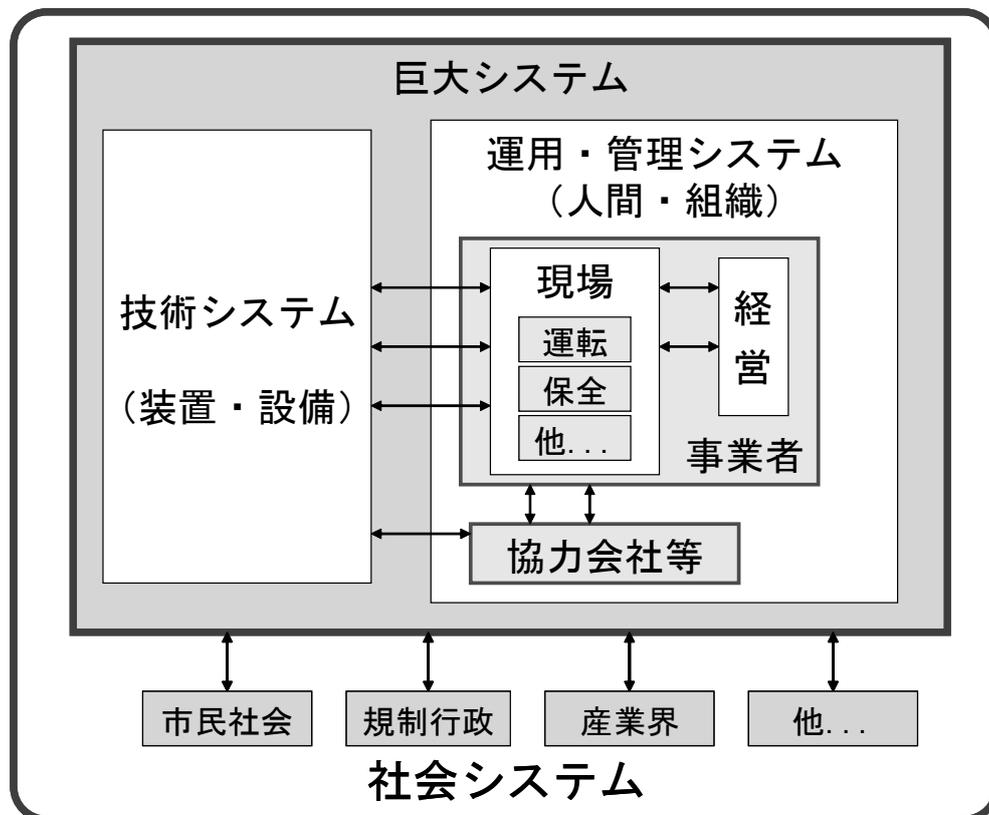


図 3.5 巨大システムの全体像

このような「巨大システム」の外には、これを取り巻く社会全体としての「社会システム」が存在する。そこには、一般市民の集合体である「市民社会」や、巨大システムの安全性を規制する「規制行政」、他の同種巨大システムを運用・管理する人々・組織の集まりである「産業界」などの要素が含まれている。

以上のような概念をもとに、巨大システムに共通する課題を整理すると、表 3.9 のように区分できる。以下、それぞれについて詳述する。

表 3.9 巨大システムに共通する課題一覧

<p>[A]運用・管理システムの現場における課題</p> <ul style="list-style-type: none">①規則・手順書の増大・複雑化②プロ意識・現場感覚の低下③人間による深層防護のあり方④従来型「ヒューマンエラー対策」とは異なるアプローチの必要性
<p>[B]運用・管理システムの経営等に関わる課題</p> <ul style="list-style-type: none">①部門ごとのセグメント化・分業化②分社化・アウトソーシングの進展③経済性と安全性の相克
<p>[C]技術システム(施設・設備)に関わる課題</p> <ul style="list-style-type: none">①メンテナンスのあり方②新規技術の導入による安全性への影響
<p>[D]巨大技術システムをとりまく社会システムに関わる課題</p> <ul style="list-style-type: none">①責任追及と原因究明・再発防止②規制行政の役割と自主保安との関係③社会全体としての「安全文化」

(2) 運用・管理システムの現場における課題

運用・管理システムのうち、特に実際の発電所や航空機運航・整備、列車運行などの「現場」において問題となっている課題には、①規則・手順書の増大・複雑化、②プロ意識・現場感覚の低下、③人間による深層防護のあり方、④従来型「ヒューマンエラー対策」とは異なるアプローチの必要性、の4点が挙げられる。

① 規則・手順書の増大・複雑化

巨大システムでは、その安全な運用のため数多くのルールが定められている。例えば、原子力発電所における保安規定や、航空機の運航・整備にかかる運航規程、整備規程などは、国がこれを審査して認可を与えている。実際の現場では、これらの規程類をもとに各種要領書・手順書などが作られ、それにもとづいて作業がなされている。

巨大システムの現場では、しばしばこうした規程が非常に複雑でわかりにくいものであったり、手順書やチェックリストが膨大なものになるということが指摘されている。その背景には、もともと装置・設備などの技術システムが大規模・複雑だということもあろう。しかし加えて、次のようなことが、ルールの数や難解さを増していると考えられる。

○事故・トラブル対策としての手順書改訂（追加）

事故・トラブルが発生し、それが人間のエラーを発端であると、「手順書に記載されていなかった」という手順書の不備が事故原因とされ、その対策として手順書への内容追加が行われがちである。手順書改訂は、目に見えるわかりやすい対策であると同時に、ほとんどコストがかからず容易に実行できることが、この傾向に拍車を掛けている。

こうしたことが繰り返される結果、手順書には「ここまで記載するのか」と思われるほどの詳細な手順が含まれ、従わなければならないルールの数はますます膨大なものとなる。また、個々の事例に基づいて必要な部分のみ改訂するため、手順書が本来持つべき統一的な全体思想が薄まってしまい、手順書全体がわかりにくく複雑なものとなる。

人間のエラーを防止する対策は、手順書の整備だけではない。むしろ、エラーを起ささないよう設備を改善したり、人間に課せられるタスクとそれを確実に遂行できるだけの人的資源のバランス及びその仕組みを見直すなどの対策が望まれる。こうした対策をとらずに、安易に「手順書の改訂」を行うことが、ルール増大・複雑化という問題を招いていると考えられる。

○再発防止対策の累積

過去の事故・トラブルなどの結果として何らかの再発防止対策が定められると、それは継続的に効力を持つ。安全のために必要とされてとられた対策であることから、これを廃止することは難しく、人々の記憶がないほど以前に定められたルールが依然として残っていることが少なくない。

このように「再発防止対策に有効期限がない」ことが、ルールの増大化を招く一因ともなっている。そして、古くからのルールの中には、すでに実態に合わなくなっているものもある。

○異なるレベルのルール混在

規則や手順の中には、安全や作業品質を確保する上で必ず遵守しなければならないものと、よりよい作業のために推奨されるもの(ベストプラクティス)がある。マニュアルや手順書にこれらの2種類が混在していると、その位置づけがあいまいになり、次々とベストプラクティスに当たるものまでがルールに盛り込まれるようになる。必ずしも守らなくてもよいルールが同じレベルで存在することは、重要な手順が守られないという事態を引き起こすもととなる。

多数の複雑化したルールを確実に守るためには、ワークシートやチェックリストなど、わかりやすい形に表現することが考えられる。しかし一方で、このようにわかりやすい仕組みにすることは、逆にステレオタイプにマニュアルに従うだけの人間を生み出すおそれも指摘される。増大・複雑化したルールの問題を解決するためには、単に表現方法を工夫するだけでなく、ルールそのものの再整理・簡素化を行うことが必要なのである。

実際に、ルールを詳細に定めないための取り組み例も、いくつか報告されている。例えば、化学会社のデュポン社では、安全・衛生・環境、業務倫理などに関する「コア・バリュー(Core Value)」を設け、全世界のデュポングループ社員が共有する価値観として「デュポンの社員であれば絶対に守らなければならない大原則」としている^{注21}。このような大原則を設けるとともに、自分たちの日頃の行動がこの大原則に反していないか、どのように改善したらよいかなどを議論する「コアバリュー・ミーティング」を年4回という頻度で開催することで、全員がその原則を理解・共有し、細かいルールを定めなくとも自らが適切に判断・行動できるようになる。また、全日空・整備本部では、「整備士が確実な整備作業を遂行する上で身につけていなければならない基本的な心構えとそれに伴う動作」を「ベーシック・マナー」と位置づけ、個々の作業手順とは別に共通して守らなければならない事項と整理している。このように、基本原則・基本マナーなど幅広く共通する価値観と個別のルールとを明確に区分するという形は、ルールの増大・複雑化を防ぐためのひとつの手法と考えられる。

すでに述べたとおり、安全・品質確保のためのルールは、なかなか削減・簡素化しにくいという側面がある。これを全体として見直し、不要なルール、実態に合わないルールを廃止して必要かつ有効なルールのみ限定するための何らかの方法論が求められている。

② プロ意識・現場感覚の低下

近年、巨大システムの運転・保守に携わる現場では、作業に携わる人々の意識に大きな変化があるのではないかと懸念されている。それは「プロ意識」の低下とも言われ、従来は大前提になっていた「人間は熱心に与えられた業務に取り組むものだ」という性善説をくつつがえす問題として指摘される。また同時に、机上の知識だけでなく、現場を熟知し経験に基づいた「現場感覚」を持つ人が少なくなっていることも、各分野の

^{注21} デュポン社のコアバリュー等については、「そして、会社も壊れる一闇雲な管理強化から脱却せよ」日経ビジネス 2006年5月1日号, p. 40~44 による。

巨大システムの課題となっている。

例えば鉄道の現場では、「指令の指示に従いさえすればいい」という意識の運転士や「協力会社の報告をシステムに入力すればいい」という意識の保守員が生まれ始めているのではないかとされる。一方、航空分野では、パイロットや航空整備士など「空へのあこがれ」を抱いて業務に就いている例が多く、現在でも全体としてのプロ意識は比較的高い。それでもなお、例えばコンピュータ制御の高度計の指示誤りにより、アナログ高度計が正しい値を示していたにも関わらず異なる高度を飛行してしまった事例に見られるように、従来のパイロットが持っていた「職人気質」の衰えを指摘する声がある。

このように「プロ意識」や「現場感覚」が失われつつある要因としては、以下のような点が指摘される。

○現場の世代交代

原子力発電分野などでは、プラントの建設当時から数十年過ぎ、立ち上げ当初からプラントに携わり、初期の様々なトラブルに対応してきた作業員の多くがすでに現場を去っている。こうした世代交代により、経験により積み重ねられた「暗黙知」のような知識、職人技とも言える技能などの伝承が困難となっている。また、従来のように作業員が「プラントを我が子のように」考えて行動することは、期待できない現状となっている。

○ハードの信頼性向上・自動化進展

航空機、プラントなどが巨大化・複雑化すると、その運用には自動化の導入が進んでくる。また近年では、装置・設備などハード面の信頼性が大幅に向上し、ほとんどトラブルなく動くようになっている。例えば近年の原子力発電所では、新しい設計概念を導入した原子炉であっても、建設から試運転を経て商業運転に至るまで非常にスムーズに運び、従来は初動期に体験されていた様々なトラブルがほとんど起こらないという。

このようにハード面の信頼性が向上したことで、デジタル機器など先端機器に対する信頼感は非常に大きくなる。この結果、万が一のバックアップ用に設けられているアナログ機器に対する信頼が相対的に低下するなど、装置・設備全体を見て総合的に判断するという意識が薄れてしまう。また、自動化の進展によって自らが操作する場面が限られることも、プロ意識や現場感覚の低下に影響を及ぼしていると考えられる。

○専門分化・分業化

手順書などが整備され、それに伴って組織体制の整備が行われると、それぞれの役割分担が明確化し、組織内には専門分化・分業化が生じる。このような結果、作業員は、自らが直接担当する部分以外については、決して関心が薄れたわけではなくとも「手を出せない」状態となってしまう。こうした状況が続くことで、無意識のうちに、自らの業務以外への意識や関心を薄れさせていくことも指摘される。

○書類業務の増加

近年では、原子力分野における品質保証体制の導入、航空分野における安全管理システム(Safety Management System:SMS)の導入など、いわゆる「マネジメント・システム」の導入が幅広く行われている。こうした仕組みは、業務の確実さを向上する意味では非常に有用であるが、一方で机上

管理のための書類業務の増加を招くことが少なくない。特に、新たにこうした仕組みを導入した直後には、机上管理・書類管理の徹底を重視するあまり、現場に対する関心や意識の薄れることが懸念される。

○養成課程の変化

例えば鉄道分野では、旧国鉄分割民営化の前後に新規採用を手控えたことなどから、JR における運転士の年齢構成が非常に若いことが指摘されている。これらの運転士は、その多くが入社当初から運転士としての教育訓練を受け、国家資格を取得してその任に当たる。国鉄時代には、運転士は駅業務や車掌業務などを経験して鉄道システムの全体像を理解した上でようやく登用される職務であり、いわば「花形」としてエリート意識やプロ意識を持っていたとされる。現状、そうした意識の薄まりが懸念される背景には、このような養成課程の変化も要因のひとつと考えられる。

一方、近年では、各分野における技術伝承の必要性などから、様々な工夫を凝らした教育・訓練が行われるようになってきている。その中には、単に知識・技能を身につけるだけでなく、安全のためのプロ意識を持たせることをも目的とする例がある。例えば、ある航空会社の客室乗務員に対する緊急脱出訓練では、実物大モックアップの航空機を用いて行う緊迫感あふれる実体験訓練に組み合わせて、過去に発生した実際の緊急脱出事例で客室乗務員が行った避難誘導の実録テープを聴取させるという座学も行っている。同様に、JR 東日本総合研修センターでは、車掌に対する訓練の一環として全長 500m の実習線を用い、走ってくる対向列車を停めるために発煙筒を持って走り寄るといった訓練を行っている^{注 22}。また、上記の国鉄時代における要員養成課程のように、まずシステム全体が理解できる能力を育成することも、業務に対する自覚やプロ意識を養成する上での前提として必要であろう。

航空分野では、特にパイロットの持つべき能力として、「知識 (knowledge)」「技能 (skill)」に加えて、「管理能力 (management)」と「エアマンシップ」が挙げられている。上記の「プロ意識」は、まさにこの「エアマンシップ」に該当するものと考えられる。

現状では、「プロ意識」「現場感覚」と言われるものがそもそも何であり、それがどのようなメカニズムで養成されるのかについて、必ずしも十分な検討・研究は行われていない。しかし、巨大システムの中でその運用・保守等を人間に担わせるのであれば、どのようなタスクを人間に求めるのか、そのために必要な能力は何か、それをどのように育成していくかなどを明確化することが不可欠である。その際には、知識・技能面はもちろんのこと、「プロ意識」やモチベーションなど、人間が与えられたタスクを的確に実行する上で間接的に大きな役割を果たす能力も特定することが望まれる。今後は、上記のような教育訓練事例などを参考にしつつ、「プロ意識」を生み出す要員育成手法とその評価法の検討が必要と考えられる。

^{注 22} 関口雅夫 「事故の失敗から学ぶ—安全への企業風土」, 高圧ガス, Vol. 43, No. 1 (2006), p. 57-64 による。

③ 人間による深層防護のあり方

巨大システムの安全性を確保する上で、人間に与えられる大きな役割のひとつが「確認」である。すでに述べたとおり、近年では設備・装置の自動化などが進んでおり、人間の業務はそれらの設備・装置が的確に機能しているかという確認が中心となっている。しかし一方で、人間の行う作業には、一定程度のエラー発生が予測される。このため、人間の行った作業について別の人間が改めて確認する「ダブルチェック」を導入する例が少なくない。

一般に、装置・設備の部品に関しては、同じ故障率のものを2つ使って二重化すると、全体としての故障率はその積となり、信頼性が大きく向上する。しかし人間という要素では、それは必ずしも真実ではない。例えば、比較的最近発生した原子力分野のトラブル事例でも、他計器を見ていた別の運転員が誤りを指摘できなかつたり、複数いた上司がいずれも書類確認作業に集中して的確な指示を出せなかつたりというように、深層防護(Defence in Depth)の考え方を人間に適用しても、人間がその役割を果たしていなかったことが指摘されている。

このように人間による多重的なチェックが的確に行われない背景としては、以下のような要因が考えられる。

○不十分な役割分担体系化

ダブルチェックのために複数の人間に役割を与えつつも、その役割分担は必ずしも体系的に整理されていないことがある。第一義的に確認する作業者は何を行い、ダブルチェックのために配備されている人間は何をさらに確認するのかなど、明確に定義されていない例は少なくない。また、ダブルチェックのために複数の人間を配備しているにもかかわらず、ダブルチェックを行わなくとも作業を先に進めることのできる手順書やチェックリストも存在している。

○ダブルチェックによる他者への依存

ダブルチェック体制を整えることが、無意識のうちにお互いの依存心を生むという弊害もある。「あとで確認してもらえろ」という意識で自分自身による確認がおろそかになったり、「彼が作業したのだから大丈夫」という信頼感からダブルチェックとしての実効性が失われるということである。装置・設備の部品と異なり、人間はそのエラー率が状況に応じて大きく変化するため、こうしたことで実質上の信頼性が大きく低下するのである。

こうした問題に対処して、ダブルチェックを有効に活用するためには、人間にいかに体系的な役割分担を行うかが重要と考えられる。単に複数の人間が配置するだけでなく、両者の行う確認の「視点」を明確に与え、それが互いに独立性を保つよう配慮することが必要である。

また、逆転の発想として、ダブルチェックを極力廃止するという方向もある。実際に、航空機整備の現場では、他者によるダブルチェックは必要不可欠な最小限に絞り込み、その箇所数をできるだけ減らそうとする試みが行われている。もちろんその際には、作業を担当する当事者が要所要所で自らの作業結果を確認できるよう、一連の作業手順の中に確認手順が組み込まれている。こうして、いわば当事者本人によるダブルチェックを行うことで、他者への依存によるダブルチェックの形骸化を防止することもできる。

いずれにしても、人間による作業の信頼性を向上するために安易にダブルチェックを導入することは適切ではない。今後は、ダブルチェックの範囲をある範囲に限定する方向で、その限定の方法や、ダブルチェックを行わずに人間の信頼性を維持・向上するための手順書等のあり方を検討することが必要である。また同時に、必要最低限のダブルチェックについて、複数の人間に独立した視点を与えるための方法論を検討することも望まれる。

④ 従来型「ヒューマンエラー対策」とは異なるアプローチの必要性

近年の巨大システムにおける事故・トラブル事例には、従来行われていたようなヒューマンエラー対策では対応が困難であり、まったく異なるアプローチが必要なのではないかと思わせるものがある。主な視点としては、例えば次のようなものが挙げられる。

○軽微なエラーの「偶然の重なり」による事故・トラブル

単に1つの故障やエラーが原因となるのではなく、極めて不幸な「偶然の重なり」によって発生している例が少なくない。例えば1991年5月に発生した信楽高原鉄道事故では、信楽駅の信号機が赤に固定された背景にJR西日本の「方向優先てこ」設置とその制御タイミングの変更、信楽高原鉄道の「反位片鎖錠」設定が重なっていた。また、その赤信号を無視して列車が出発したにも関わらず対向列車が停止しなかった原因も、信楽高原鉄道の職員が正しく代用閉そくの手続きをとらなかったことに加えて、信号機の故障を調べていた技術者の作業が誤出発検知装置を無効化してしまったという偶然の重なりがある。もちろん、これら個々の点はすべて事前に適切な対策がとられるべき問題であり、JR西日本及び信楽高原鉄道安全対策への取り組みは不十分だったとすることができる。しかし一方で、事故はこれらの問題がすべて重なったからこそ発生しており、まさに「不幸な偶然の重なり」とも言うべき側面も持っていた。

システムが複雑化・巨大化する一方で、個別の故障・エラー対策が進展するにつれ、単に1つの故障・エラーによって事故に至る例は非常に少なくなった。その意味で、巨大システムの安全性は向上しているが、逆に、故障・エラーが表に現れにくくなり、小さなトラブルの時点で発見して対策を施すことが難しくなっているとも言える。

また、個々の故障・エラーへの対処が新たな手順書・規則を生むという弊害もある。ルールが増大・複雑化することの問題は、すでに述べたとおりである。

○「良かれ」と思って行った行動によるトラブル

作業に当たる人間が、安全や作業品質の確保上「良かれ」と思って手順書などに反した作業を行ったため、発生するトラブルも跡を絶たない。「念のため」と手順書に定められていない装置まで安全策を講じたことが仇となったり、狭い現場に合わせて作業内容を変更するという現場の工夫が問題を引き起こしたりしている。

これらは一見、現場で実際にそうした判断を下している作業員等の知識不足によるもののように見受けられるが、必ずしもそうではない。むしろ、小さな変更が時として大きな影響を引き起こすという、

巨大化・複雑化したシステムの特徴が現れていると考えられるのである。また、巨大システムが安全・確実に運用されるためには、そこにいる人間の「機転」に委ねる部分がある。人間にこうした「機転を利かす能力」を期待するのであれば、手順書に黙々と従って定められた事項から決して逸脱しないことを同時に人間に求めることは難しいと考えられる。

個々の故障・エラーを防止するための個別対策をいかに積み重ねても、こうした問題への対応は容易ではないと考えられる。このため、先に述べたとおり、従来とは異なるアプローチの必要性が指摘されている。

その具体的な方向性として指摘されているのが、個別の故障・エラー防止ではなく、それらの発生と偶然の重なりを前提とした何らかの「バリア」構築である。これはいわば、小さな故障・エラーが発生した場合の、その拡大防止・影響緩和対策とも言える。実際に、すでに各分野の巨大システムには、人間のエラーが重大事故に至らないようハード面に対策を採られている例も少なくない。一方で、こうした安全のための仕組みが動作する事態が、「トラブル」として、できる限り防止すべき事態と位置づけられている。

従来型の「ヒューマンエラー防止対策」とは異なるアプローチの必要性は指摘されつつも、それがどのような概念・姿のものとなるべきなのかについては、まだ未知数の部分が多いと行うことができよう。

(3) 運用・管理システムの経営等に関わる課題

運用・管理システムにおいて、必ずしも発電所や航空機などの現場だけにはとどまらない問題も存在している。これらは、より広く、運用・管理システム全体の経営等に関わる課題と捉えることができ、①部門ごとのセグメント化・分業化、②分社化・アウトソーシングの進展、③経済性と安全性の相克、という3点が挙げられる。

① 部門ごとのセグメント化・分業化

巨大システムでは、その運用や管理にあたる人間側のシステム(運用・管理システム)もまた、巨大・複雑なものとなる。多くの人間が部門ごとに分かれて業務を分担し、元請け・下請けなど数多くの協力会社に委ねられた作業も多い。

このようなセグメント化・分業化によって生じる部門間・組織間の問題が、事故・トラブルを引き起こす場合がある。例えば、次のようなものが挙げられる。

○情報共有の欠落

部門・組織に分かれ、分担して業務を行っている中でも、互いに共有しなければならない情報は少なくない。例えば、従来は一体的に行っていた業務が分担されたりすると、その情報共有が困難になる。特に最近では、手順書やマニュアルの整備が進み、必要な情報をどこに伝えるべきかが明確に定められている。これが情報共有を促進することは当然であるが、一方で、そこにうっかり気付かれなかった見落としがあると、思わぬ落とし穴となる。例えば、もともと異なる機能を与えられている航空機のラインメンテナンス部門と原動機整備部門において、相手部門にも影響のあることがわからずに、部門内だけで情報共有していたなどという事例がある。

○部門間の温度差・格差

同じ組織内であっても、部門間でその風土・雰囲気には格差があることも問題として挙げられる。特にしばしば指摘されるのが、本社・本店の経営・企画部門と実際の現場との意識の乖離である。例えば、2005年に連続した日本航空のトラブルでは、その背景にある組織的要因として「経営と現場との距離感及び部門間の意思疎通の不足」^{注23}が指摘された。このため同社では、一連のトラブルを受けた対策の一環として、社長をはじめ全役員が現場へ足を運んで行う「緊急安全ミーティング」を開催し、双方向コミュニケーションに努めている。

巨大・複雑なシステムの運用・管理のためには、運用・管理システムがいくつかの部門や組織に分かれて役割を分担することが必要不可欠である。従って、セグメント化・分業化は、それそのものが問題なのではなく、それを前提にいかに部門間の連携・調整を図り全体を管理していくかという課題と言うことができよう。こうした「全体への目配り」は、本来は本社・本店などの役割であり、それが適切に機能していないとされ

^{注23} 日本航空(株)『「事業改善命令」『警告』に対する改善措置について』(平成15年4月14日)より。

る。本社・本店がこのようにシステム全体を管理するための管理技術について検討することが必要と考えられる。また、部門間・組織間で適切に情報を共有し、また意識や価値観をも共有して一体的にシステムを運用・管理するためには、まず、そもそもどこまでの範囲を対象に、どのような内容の情報や意識・価値観を共有すべきかの検討が必要となろう。

② 分社化・アウトソーシングの進展

近年、我が国はもとより国際的にも、様々な分野で市場経済の導入・経済規制緩和が進展した。その中、例えば原子力分野では、発電所の保守・点検業務を、従来の製造メーカーから関係会社などへ移行するという動きがある。これにより、電力会社としての外注化の割合そのものに大きな変化はないものの、外注先の技術力に頼ることなく、その業務内容の指示・管理を自らが行うだけの技術力を持つことが必要となっている。航空分野でも、自由化・規制緩和とともに、整備部門の分社化や、整備・改造業務の外部委託化が進んでいる。

また鉄道分野では、日本と同様、イギリス、ドイツなどにおいて国鉄の分割民営化が行われた。これらの国では、こうした分割民営化の結果として、多くの事故・トラブルの発生が指摘されている。特にイギリスでは、分割民営化に伴い、列車運行会社と線路保有会社を分けただけでなく、保線についてはさらに線路を点検する会社と更新する会社にまで細分化し、各社を市場原理の下に置いたことが、線路の日常点検不備による大事故を起こした原因とされた。

このような分社化・アウトソーシングの進展などは、各分野に共通する次のような課題をもたらしている。

○情報伝達・共有の難しさ

外注先との間には、もともと情報伝達を行う仕組みが必ずしも十分ではないことから、情報伝達・共有が困難である。互いに契約関係にあることから、その範囲を適切に契約上に定めていないと、必要な情報が伝えられない場合もある。アウトソーシングや分社化による情報伝達・共有の難しさは、同一組織内のセグメント化・分業化によるもの以上に大きな課題と言える。

○技術力の低下・不足に対する懸念

巨大システムを運用・管理する事業者では、従来は自社内で行っていた業務をアウトソーシングすることにより、これまで社内に自然と培われてきた技術力の維持・養成が困難となったとされる。「今の若手は、何年たっても先輩には追いつけない」という声は、これを如実に表していると言えよう。

一方で、外注先の技術力などに対する懸念も指摘される。外注先の技術者が、必ずしも自社内で育成し管理している技術者と同等の水準とは限らない。また従来は「あうんの呼吸」で通じていたことが通用しなくなったり、不確実な場合には問い合わせるなどのコミュニケーションによってカバーされていた部分がカバーされなくなったりする。さらには、自分たちが直接システムの運用に携わる立場ではないため、設備・装置に対する愛着や業務に対する使命感が必ずしも強くない可能性がある。

こうした現状を踏まえて、各分野では様々な取り組みも行われている。例えば、手順書・規程類の見直し

を行ってその内容・表現を明確に分かりやすくすることで、技術力や習慣の違い・コミュニケーションの難しさに対処するなどの取り組みである。特に航空分野では、分社後もグループ会社としての一体化を目指したり、新規に委託する海外の発注先とも強力・密接な関係を築いたりすることで、互いに協調して技術力の維持・向上が図られている。

一方、原子力分野では、新たに技術担当部門を社内に設けるなどして、自社内における技術力を確保しようとする動きがある。また、上述のとおり行き過ぎた分割・細分化が安全上の大きな問題を引き起こしたイギリスの鉄道分野でも、その反省を踏まえて線路保有する組織が保線作業を一部内製化しつつあるとされる。

いかに分社化・アウトソーシングが進展したとしても、巨大システムの運用・管理に当たって責任を負うのは、電力会社、航空会社、鉄道会社などの事業者である。その意味で、外注先に対して「丸投げ」のように業務を依頼するのではなく、その管理を的確に行うだけの技術力は不可欠となる。しかし一方で、そうした管理のためにどこまでの技術力を自社内に持つことが必要なのかについては、各分野ともに共通した悩みともなっている。

このような課題に対処していくためのひとつの方向として、技術者個人や組織としての技術力に関する客観的な評価基準・評価制度を設けることが考えられる。当然のことながら、すでに原子力・航空・鉄道の各分野ともに、すでに国による資格認定制度が存在している。しかし、その範囲はあくまでもごく一部の個人・組織を対象とするものであり、巨大システムを運用・管理する上で必要な様々な技術レベルに細かく対応したものとなっているわけではない。

従来、そうした詳細なレベルの技術力評価・認定は、各社が独自に基準を設けて行ってきた。しかし、上述のような分社化・アウトソーシングの進展の中では、1事業者の社内制度で技術力の評価・認定を行って対応することは難しい状況と考えられる。今後は、公的機関や学協会・産業界などの第三者機関により、こうした評価・認定制度などを考えていくことが望まれる。またその際には、そもそも巨大システムの安全・安定的な運用のために必要な技術とは何か、どのような手法によりその技術力が育成され、また評価・測定できるのか、などについての検討が不可欠である。

③ 経済性と安全性の相克

上記のような自由化・市場経済の導入は、また、過度の経済性追求により安全性がおろそかにされるといふ問題をもたらしたのではないかという指摘もある。実際、数多くの事故事例において、利益追求を優先したために、安全上必要な規則が守られなかったり、安全に反する意思決定が行われたと言われる。このため、「経営者による非倫理的計算(Amoral calculation)」にいかに対峙していくかが、技術者倫理の主たるテーマとして取り上げられてきた。

しかし近年では、実際に様々な事例を詳細に分析すると、必ずしもこのように単純な経済性と安全性のトレードオフが原因となっていないことが指摘されている(表 3.10)。また実際、近年になって規制緩和が進み自由化とともに市場競争が激化した航空分野では、それによって安全対策のための費用が大きく減少し

たり、安全対策への投資がしにくくなったりなどということはなく、市場競争の激化が安全に対するマイナスの影響として直接的に現れてはいないという指摘もある。このように、安全性と経済性という2つの価値観は、決して単純な二律背反の関係にあるわけではないとすることができる。

しかしこれは、組織の経営(マネジメント)の姿勢が巨大システムの安全性に大きな影響を及ぼさないという意味ではない。むしろ、安全と生産・効率のいずれか一方を選択するという一時的で“目に見える”意思決定ではなく、「常に定められた手順を守り、整理整頓を続け、安全を脅かす要因に目を配る」というように日頃から地道な態度・行動を継続しなければ安全は確保できないことから、組織内にそうした「安全文化」を醸成・定着させることはマネジメントの果たすべき最大の責務と考えられる。

表 3.10 過去の事例で指摘された「非倫理的計算」と、その詳細分析結果

事 例	当初指摘された「非倫理的計算」	詳細分析による実態
スペースシャトル・チャレンジャー事故	打ち上げの危険性を指摘する製造メーカーの現場技術者に対し、NASAの管理者が打ち上げスケジュールを重視してこれを却下、安全上の懸念事項を上層部に報告するという規則に違反した。	規則違反は、古くから設計上の問題があるたびに技術基準の「不適用」を繰り返してきたことで、NASA内部に「逸脱の常態化(normalization of deviance)」が生じていたために起こった ^{注24} 。
フォード・ピント事件	設計上の欠陥から追突時に燃料タンクが破損することがわかっていたが、設計変更費用と設計変更せずに死傷事故が起きた場合の損害賠償費用を比較した結果、設計変更を行わないことに決定された。	左欄の判断に用いたと言われた「比較表」はまったく別の費用のものであり、ピントの設計変更時にはこのような「非倫理的計算」は行われていなかったことが判明した ^{注25} 。
JCO 事故	生産性・効率の向上のため、許可された以外の手順でウラン溶液を扱ったことが原因で、「経営状況の悪化により、安全性より経済性が重視」された。	手順の逸脱は経営状況が安定している時期から始まっており、また同社では品質管理・労働安全衛生管理などへの関心は高く活発な活動が展開されていた ^{注26} 。

注²⁴ Vaughan, D., 1996, The Challenger Launch Decision -- Risky Technology, Culture, and Deviance at NASA, The University of Chicago Press.

注²⁵ 杉原桂太「技術者倫理を捉えなおす—公衆の安全・健康・福利のために何をすべきか—」社会と倫理, No. 17, p. 153-170(2004)による。なお原出典は Lee, M. & M. Ermann, "Pinto" Madness, a Flawed Landmark Narrative, Social Problems, Vol. 46, No. 1, p. 30-47(1999)。

注²⁶ 日本原子力学会ヒューマン・マシン・システム研究部会 JCO 事故調査特別作業会「JCO 臨界事故におけるヒューマンファクター上の問題」(2000)

(4) 技術システム(施設・設備)に関わる課題

施設や設備など技術システムの問題として現れる課題もある。現状では、①設備の維持・保全のあり方、②新規技術(特にソフトウェア)の導入による安全性への影響、という 2 点が挙げられる。ただしこれらの課題も、決して純粋に技術的な問題ではない。技術のもつ長所・短所をいかに判断し利用していくかという意味で、巨大システムの運用・管理の問題とすることができる。

① メンテナンスのあり方

近年、各分野の巨大システムでは、設備・装置の高経年化が問題として取り上げられている。例えば航空分野では、飛行中に機体の上部が吹き飛んだアロハ航空 243 便の事故(1988 年 4 月発生)を受けて、経年機に対する整備プログラムの見直しが行われた。また、国内の原子力分野でも、2004 年 8 月の関西電力美浜発電所 3 号機二次系配管破断事故を契機として原子力安全・保安院に「高経年化対策検討委員会」が設置されるなど、長期にわたり運転されている発電所等の維持・管理のあり方が重要視されている。この結果、すでに国内外の航空分野で定着し米国等の原子力分野でも導入されている「信頼性重視保全(Reliability Centered Maintenance; RCM)」の考え方を、国内の原子力施設にも導入しようという動きもある。

巨大システムを長期にわたって安全・安定的に運用するためには、設備・装置をいかにメンテナンスしていくかが重要である。しかし、この点に関しては、例えば次のような課題が指摘されている。

○メンテナンスによる技術維持の難しさ

原子力発電分野では、新規に建設されるプラントがないことから製造メーカーの技術者が減少し、産業界全体としての技術力低下が問題となっている。これは、新規建設と比較してメンテナンスに合理化が強く求められ、費用が低く抑えられがちであることも一因と言われる。

○メンテナンスフリー導入によるブラックボックス化

鉄道分野では、メンテナンスフリーを謳う装置・機器の故障時に、社内の技術者では対応できずメーカーに完全に依存せざるを得ない場合がある。メンテナンスフリーの機器であっても絶対に故障が起これないとは限らず、むしろブラックボックス化してしまうという問題が起きているのである。

このような問題の背景には、メンテナンス技術の重要性が必ずしも十分に認識・評価されていないことがあると考えられる。発電や航空機・列車の運行などシステムの運転が、巨大システムの存在目的であり、企業に利益を生み出す生産活動であるのに対し、メンテナンスはそれを支える目立たない存在となりがちである。しかし一方で、設備・装置を的確に維持していくことなしに、巨大システムの運転は考えられない。このため、メンテナンス技術の重要性を再認識し、その位置づけを見直すことが必要と考えられる。

特に近年の巨大システムでは、高経年化の進展とともに、設計段階では必ずしも想定していなかった劣化が生じるなど、「未知の領域」に足を踏み込んでいるとの指摘がなされている。こうした中、メンテナンスのために新たな技術の開発も必要となっており、今後のメンテナンス技術のあり方に関する課題は多いと言えよう。

② 新規技術の導入による安全性への影響

巨大システムに新技術が導入されることで、新たに発生する問題も少なくない。各分野に横断して指摘される問題としては、以下のようなものが挙げられる。

○新技術導入による信頼性の低下

一般に、安全性・確実性が重視される巨大システムでは、「信頼性が確認された技術のみを利用する」という姿勢が採られることが少なくない。しかし、例えば最近の鉄道分野のように、積極的に技術革新を導入した結果、逆に信頼性が低下するという事例も起こっているとされる。

○人間の担う役割の変化

新技術の導入により、従来人間に与えられていた役割が変化することもある。例えば航空分野では、レーダーのカバーする範囲が広がったことにより、従来は限られた航空路のみを飛行していた航空機が比較的自由に飛べることとなった。しかしこれによって、航空管制とパイロットの正確なコミュニケーションがより重要になっている。

○ソフトウェアの信頼性

新規に導入される技術のほとんどは、デジタル制御や自動化など、コンピュータを組み込んだものである。そこでは、ソフトウェアの信頼性確保が非常に大きな問題となっている。ソフトウェアについては、V&V(Verification & Validation)などの手法により信頼性確保の努力がなされている。しかし、「信頼性が高い」と思われていた機器がある時突然にソフトウェアに起因する不具合を起し、しかもその再現性が低いことが多く、問題箇所を特定しにくい事例が見られる。

各分野に共通するこれらの課題は、新規技術を導入する上で、その安全に対する影響をどのように評価・判断するかという問題を提起しているものと考えられる。今後は、その評価手法のあり方などについて検討することが必要である。

(5) 巨大システムをとりまく社会システムに関わる課題

巨大システムの安全性には、それを取り巻く社会システムのあり方も大きく関わっている。その中では、①責任追及と原因究明・再発防止、②規制行政の役割と自主保安との関係、③社会全体としての「安全文化」、の3点が課題として挙げられた。

① 責任追及と原因究明・再発防止

巨大システムに大きな事故・トラブルが発生すると、その教訓を活かして可能な限り再発を防止することが望まれる。再発防止対策のためには、事故・トラブルについて克明な調査を行い、背景要因にまで遡って原因を究明することが不可欠である。しかし、その際に常に問題として指摘されるのが、事故の責任追及を重視するあまり、十分な原因究明が行われにくいという点である。責任追及が原因究明・再発防止に与える弊害として、以下のような点が挙げられる。

○責任追及全般がもたらす弊害

- ・処分や処罰などのおそれがあるため、当事者が真実を語るににくい(特に刑事責任追及における「黙秘権」との関連も含む)。
- ・「誰が悪かったか」を特定して処分・制裁が行われるだけとなり、真の原因究明・再発防止対策がとられない。
- ・責任追及の声に対抗して「責任はない」と主張することが、事故・トラブルを反省し教訓を得て再発防止に結びつけようという意識を薄れさせる。

○特に刑事責任の追及が中心となることの弊害

- ・技術的・専門的知見が十分でないことから、的確な原因解明が困難であったり、長期化したりする。
- ・捜査の結果得られた情報は原則として非公開であり、原因究明に活用できない。
- ・刑事罰は一部を除き組織を対象としないため、組織に起因する問題が究明できない。

航空分野では、比較的早くから、原因調査と責任追及を区分することの必要性が認識されており、国際民間航空機関(ICAO)条約第13付属書として「事故・インシデント調査の唯一の目的が再発防止であり、罪・責任を課すことは目的ではない」と定められている。しかし国内では、実際には事故調査報告書が刑事事件の証拠として採用されるなど、その区分は明確にはなっていない。このため、責任追及とは独立した第三者的な事故原因調査機関の必要性が古くから指摘されており、例えば2005年6月には日本学術会議安全工学専門委員会において「事故調査体制の在り方に関する提言」^{注27}がまとめられたりしている。

一方で、こうした責任追及(特に刑事責任の追及)から原因究明調査を独立させたり、原因究明を優先させるため責任を問わない(免責)としたりすることは、非現実的であるという声も少なくない。いずれにしても、主に刑事責任を中心とする責任追及の問題は現状では容易に解決できるものではないと考えられている。

こうしたことから最近では、以下のように、従来とはやや異なるアプローチの必要性が指摘され、検討が

^{注27} 日本学術会議 人間と工学研究連絡委員会 安全工学専門委員会「事故調査体制の在り方に関する提言」(平成17年6月23日)

始められている。

○刑事責任追及(捜査)と原因究明(調査)の共存

刑事責任の免責が困難であることから、これを残したままで、いかに原因究明・再発防止を的確に進めるべきかという検討の方向である。その中では、原因究明に当たる調査機関と捜査機関の協力体制のあり方はもちろん、まず事故調査機関が優先権を持って調査を行い、その中で刑事責任を問うべきケースについてのみ捜査機関へ引き渡すという仕組みも提案されている。

○行政処分とのバランス

我が国において刑事責任の追及を厳しくせざるを得ない背景としては、事故・トラブルに関する行政処分が有効に働いていないことも一因に挙げられている。例えば航空分野では、事業改善命令に反した場合の課徴金が非常に低額だったため、最近の法改正により大幅に引き上げられた。行政処分では、個人だけでなく組織としての責任を問うことも可能である。これが事故の抑止や再発防止に有効に役立つひとつの方向性とも考えられる。しかし一方で、鉄道など代替手段の少ない公共システムでは、その停止命令が逆に社会的混乱を引き起こすという問題もある。

② 規制行政の役割と自主保安との関係

近年、我が国の安全規制では、様々な分野で基準の「性能規定化」が進み、また「監査型検査」の導入なども進められている。その中では、安全確保は一義的に事業者の役割であり、「自主保安」の重要性が広く認識されている。

一方、巨大システムを運用・管理する事業者の中には、経費・人材などのリソースを比較的潤沢に持つ大規模な事業者もあれば、それより規模が小さくリソースに乏しい事業者もある。このため、これらのリソースの異なる事業者に対して一様に「自主保安」を求めることは、安全確保の上で有効に機能するのかという問題が指摘されている。リソースの乏しい事業者に対しては、規制行政がより積極的に関わるべきではないかという意見である。

これに対しては、必ずしも規制行政がその役割を果たすのではなく、産業界などにおける中立的な第三者機関による対応も可能と考えられている。例えば原子力分野では、民間の第三者組織として日本原子力技術協会が設立され、産業界全体として技術基盤を整備するとともに、必要に応じて事業者に対するコンサルティングも行う。

こうした仕組みを活用しつつ、国民の安全・安心を担保するために行政としてどこまで安全規制を行うべきなのか、規制行政の担うべき役割の範囲についての検討も必要と考えられる。

③ 社会全体としての「安全文化」

巨大システムの安全性は社会全体として大きな関心事のひとつであることから、事故・トラブルの発生が大きな注目を浴びることが少なくない。しかしこれが、逆に巨大システムの安全性に影響を与えるという指摘もある。特に、小さなトラブルまでがマスコミを通じてセンセーショナルに伝えられることで、現場には「何も起こしてはならない」という大きな心理的負担がかかる。また、大きく取り上げられるあまり、報告を躊躇する心理が働いたり対外対応に追われたりすることが、真の原因究明・再発防止の妨げとなる可能性もある。

一方で、航空・鉄道などの分野では、一般市民である旅客の行動がシステムの安全性に大きく影響する場合がある。しかし、それを人々が十分に認識しているとは言えず、航空機内や列車・駅構内などでの危険な行為が跡を絶たない現状である。

事故・トラブルが注目を浴びるという現状は、社会全体が巨大システムに対して高い安全性を求めているということでもある。しかしそれは、必ずしも社会全体としての「安全文化」が高まっているということではないと考えられる。むしろ、自らも巨大システムの安全性を支える一員であるという自覚を持つことが求められているところである。

(6) 共通課題解決のための今後の方向性

ここまで述べてきたとおり、各分野の巨大システムには、いくつか共通する課題が存在している。本調査においては、それらの課題のすべてについて解決の方向性を具体化するまでは至らなかった。また、本調査の対象が主に原子力発電・航空・鉄道の3分野を中心としたことから、さらに異なる分野の検討により新たに共通課題が浮かび上がることも考えられる。

しかし、一部の課題については、今後さらに検討を進める上での方向性が示されたものもある。これらを取りまとめたものが、表 3.11 である。

巨大システムの課題に対する検討・研究の方向性については、今後更なる課題の整理を行うとともに、議論していくことが必要となるものとする。

表 3.11 巨大システムの課題解決に向けた今後の検討・研究の方向性

1. 運用・管理システム(人間・組織)の現場における課題関連	
(1)	ルール体系の再構築(簡素化・削減)に関する手法の検討(取り組み事例収集、共通点の整理、等)
(2)	「プロ意識」育成方法の検討(各分野の教育訓練手法・要員評価基準の調査、訓練受講者等の意識調査、等)
(3)	人間によるダブルチェックのあり方の検討(ダブルチェックすべき範囲の特定法、本人チェックのための手順書のあり方、ダブルチェックに際しての「視点」の与え方、等)
(4)	従来型とは異なるヒューマンエラー対策の検討(軽微なエラー等の偶発的な重なりや「良かれ」と思った行為などに対する「バリア」構築、等)
2. 運用・管理システム(人間・組織)の経営等に関わる課題関連	
(1)	組織内における情報共有・意識共有のあり方検討(情報・意識を共有すべき範囲、共有すべき情報・意識の内容、共有の方法、等)
(2)	協会会社等との情報共有・意識共有のあり方検討(情報・意識を共有すべき範囲、共有すべき情報・意識の内容、共有の方法、等)
(3)	組織・個人の技術力に関する客観的評価基準・評価制度の検討(現行各社の社内基準調査、評価・認定制度設計、等)
(4)	安全文化定着のための経営(マネジメント)のあり方検討(高信頼性組織研究、経営方針浸透方策の検討、等)
3. 技術システム(施設・設備)に関わる課題関連	
(1)	高経年化対応に必要な新規技術開発の検討(設計時に想定されていない事象への対応、メンテナンス人材の育成方法、等)
(2)	新技術導入時リスク評価手法の検討(新技術による信頼性変動・人間の役割変化・ソフトウェア信頼性などの評価法検討、等)
4. 社会システムに関わる課題関連	
(1)	刑事責任追及と原因究明のバランス検討(両者の関係のあり方、等)
(2)	行政処分のあるあり方検討(行政処分の程度、悪質性評価の導入、等)

3.3.4 事故・トラブル事例の教訓抽出と整理

(1) 教訓抽出・整理の全体像

前節では、原子力発電、航空、鉄道の3分野の分析・検討から共通課題を抽出した。ここでは、各分野において対象とした個別具体の事例から導き出された事故・トラブルの発生要因を基に、分野横断的に共通する教訓を標語化するとともに、「巨大システムに共通する教訓」を整理した。

教訓の標語化に当たっては、以下の点に配慮した。

- ① 安全教育・啓発等に使用することを考慮し、現場の担当者等が納得できるような内容とする。
- ② 「〇〇は△△である」のように、できるだけ単純化した標語型式とする。
- ③ 発生頻度は低いものであっても、実際に発生したものであれば教訓として入れる。

今年度調査では、原子力、航空、鉄道の3分野の事例について教訓の抽出を行った。

対象とした事例を表 3.12～3.14 に示す。

表 3.12 対象事例一覧(原子力分野)

事例番号	内容
原子力 1	福島第 2 原子力発電所 3 号機原子炉再循環ポンプ損傷
原子力 2	美浜原発 2 号機蒸気発生器一次冷却水漏れ
原子力 3	高速増殖原型炉「もんじゅ」ナトリウム漏洩
原子力 4	動燃アスファルト固化施設爆発・火災
原子力 5	ふげん重水精製装置循環ポンプフランジ部分からの重水漏洩
原子力 6	日本原子力研究所ウラン濃縮研究棟火災事故
原子力 7	敦賀発電所 1 号機シュラウド損傷
原子力 8	JCO臨界事故
原子力 9	敦賀発電所 2 号機 1 次冷却材漏洩事故
原子力 10	高速実験炉「常陽」メンテナンス建屋火災
原子力 11	浜岡原発 1 号機炉心冷却水漏洩事故
原子力 12	浜岡原発 1 号機配管破断による蒸気漏洩事故
原子力 13	浜岡原発 2 号機ドレン配管漏洩事故
原子力 14	美浜原発 3 号機蒸気発生器一次冷却水漏れ
原子力 15	英国ソープ再処理工場使用済み核燃料溶解液漏洩事故
原子力 16	原子炉再循環ポンプ配管のフランジからの漏水
原子力 17	原子炉燃料装荷時に制御棒 1 本を未挿入
原子力 18	原子炉起動時の制御棒引き抜き操作ミスによる原子炉手動停止
原子力 19	復水真空度読み上げミスによる原子炉手動停止
原子力 20	原子炉の保護継電器盤操作による原子炉手動停止

表 3.13 対象事例一覧(航空分野)

事例番号	内容
航空 1	インド航空 (A320) 高度設定ノブ操作ミスによる墜落事故
航空 2	ノースウェスト航空 (B727) と (DC-9) 滑走路侵入位置誤認による地上衝突事故
航空 3	アビアンカ航空 (B707) 燃料枯渇による墜落事故
航空 4	フェアチャイルド・メトロライナーと US エア (B737) 管制ミスによる滑走路での衝突事故
航空 5	ラウダ航空 B767 型機スラストリバーサー作動による空中爆発事故
航空 6	エール・アンテール A320 操作ミスによるボージュ山脈墜落事故
航空 7	タイ国際航空 (エアバス A310) カトマンズ北部墜落事故
航空 8	TWA 航空 (ロッキード L1011) JFK 国際空港離陸中断による火災
航空 9	エル・アル・イスラエル航空機エンジン脱落事故
航空 10	中華航空 012 便 (MD-11) タービュランス遭遇による機体左右の外側昇降舵損傷
航空 11	日本エアシステム (DC-9) 花巻空港着陸失敗
航空 12	中華航空 (A300) 着陸時の操作ミスにより墜落炎上
航空 13	アメリカン航空 (B757) 飛行運行システムの入力ミスによりアンデス山脈への墜落事故
航空 14	ガルーダ・インドネシア航空離陸時の判断ミスによるオーバーラン事故
航空 15	バリュージェット (DC-9) が再発生によるマイアミ近郊墜落事故
航空 16	JAL (MD-11) 志摩半島上空での機体乱高下
航空 17	カンタス航空 (B747) バンコク国際空港オーバーラン事故
航空 18	JAS (MD87) 羽田空港新 B 滑走路に誤認着陸
航空 19	コンコルドエンジン火災による墜落事故
航空 20	シンガポール航空 (B747) 台北・中正国際空港離陸失敗
航空 21	JAL (B747) と (DC-10) 管制ミスによるニアミス
航空 22	バンキール航空機と DHL 貨物機 管制ミスによる空中衝突事故
航空 23	JAS169 便 (A300) 青森空港オーバーラン事故
航空 24	ANA (B767) 指定高度逸脱
航空 25	JAL 羽田空港管制ミスによる誤着陸
航空 26	JAL (B767) ドアモード変更忘れ
航空 27	スクリュウ探索不足によるイレギュラー
航空 28	作動防止工具取り外し忘れによるイレギュラー
航空 29	余分な部分の挿入によるイレギュラー
航空 30	申し送り及び現物確認不足によるイレギュラー

表 3.14 対象事例一覧(鉄道分野)

事例番号	内容
鉄道 1	ひかり 291 号 車軸固着
鉄道 2	信楽高原鉄道線における正面衝突事故
鉄道 3	関東鉄道取手駅構内衝突事故
鉄道 4	新交通システム・ニュートラム南港ポートタウン線における無人運転電車の暴走
鉄道 5	東海道新幹線こだま 475 号死亡事故
鉄道 6	英仏海峡トンネル内列車火災事故
鉄道 7	大月駅における特急列車と回送電車の衝突事故
鉄道 8	ドイツ高速鉄道 ICE 脱線事故
鉄道 9	JR 西日本新幹線トンネルにおけるコンクリート剥離
鉄道 10	JR 東日本山手貨物線作業員事故
鉄道 11	英国ハットフィールド列車脱線事故
鉄道 12	オーストリアケーブルカー火災
鉄道 13	京福電車正面衝突
鉄道 14	営団地下鉄日比谷線脱線事故
鉄道 15	鉄道人身事故救助作業時に発生した消防職員の人身事故
鉄道 16	JR 東日本中央線高架工事トラブル
鉄道 17	韓国大邱(テグ)市地下鉄火災
鉄道 18	東武伊勢崎線竹ノ塚駅踏切事故
鉄道 19	JR 西日本福知山線脱線事故
鉄道 20	後続列車の信号冒進による列車衝突事故

各事例から得られた教訓を、前節に示した区分に基づき「巨大システムに共通する教訓」として整理した。教訓の一覧を表 3.15 に示す。以下、本調査から得られた教訓について詳述する。

なお、各教訓を具体的に活用していくためには、現場において十分に理解してもらえるように、更に用語の使い方等を工夫していくことが必要であると考えている。

表 3.15 巨大システムに共通する教訓一覧

A. 運用・管理システムの現場に関する教訓	
<ul style="list-style-type: none"> 【注意のしすぎはミスを生む】 【単純な用語・数字でも見間違いが生じる】 【人は望む方に解釈する】 【思いこみは抜け出せない】 【知識が時には災いになる】 【親切心もあだになる時がある】 【タイムプレッシャーはミスを生む】 【体験していなければ対応できない】 【ルールはいつも守られるとは限らない】 【単純作業は軽視される】 【制度は時間に負ける】 【一時的な作業は軽視される】 【確認には抜けがある】 【意図は相手に伝わりにくい】 【口頭確認・何を確認？】 【「この」「その」「あの」は命取り】 	<ul style="list-style-type: none"> 【ベテランは失敗を報告しにくい】 【エラーはローカル化する】 【重要な情報は大量な情報の中に埋没する】 【役割分担、やるならきっちり！】 【役割分担の変更にミスが潜む】 【作業手順の変更直後にミスが潜む】 【現場の書類業務の増加は安全の妨げになる】 【安易な手順書作成は混乱を招く】 【不十分な原因分析がマニュアルを増大させる】 【マニュアルへの依存は従うだけの人間を作る】 【すべての状況をマニュアルに記載することはできない】 【無視した意見は大事な苦言】
B. 運用・管理システムの経営等に関する教訓	
<ul style="list-style-type: none"> 【コスト削減の負の影響を熟慮せよ】 【効率優先事故の元】 【サービス偏重がミス・違反を生む】 【異なる部門のミス防止ノウハウは伝わりにくい】 【セグメント化には情報遮断の副作用】 	<ul style="list-style-type: none"> 【アウトソーシングをするからこそ現場の管理が重要になる】 【アウトソーシングと技術伝承は両立しにくい】
C. 技術システム(施設・設備)に関する教訓	
<ul style="list-style-type: none"> 【隣接は選択ミスを生む】 【人は機械に依存する】 【人と機械の判断の不一致は混乱を招く】 【「あともう少しでスケジュール通り」は命取り】 【大量の部品こそ部品管理を適切に！】 【点検で不具合が発見できるとは限らない】 【頻発する警報は信用されない】 【やりやすい作業は他からチェックしづらい】 	<ul style="list-style-type: none"> 【使いにくい設備は安易な改造を生む】 【過去の実績を基にした設計でも過信をすればトラブルが生じる】 【設計の不備を人の無理で補うな】 【高度技術の普及で、人間の役割が増加する】 【新しい技術は未知のミスを生む】 【技術指針や規格の複雑・多様化は見落としを生む】
D. 巨大システムをとりまく社会システムに関する教訓	
<ul style="list-style-type: none"> 【責任追及重視は再発防止につながりにくい】 【責任追及重視が責任逃れを生む】 	

(2) 運用・管理システムの現場に関する教訓

【注意のしすぎはミスを生む】

- ・自らの操縦で B 滑走路へ着陸するのが始めてだった副操縦士は、操縦に専念していた。また、機長は副操縦士の指導に専念していた。このため、機長は外部や飛行計器の監視が疎かになり B 滑走路の進入灯は点灯、新 B 滑走路の進入灯は非点灯、滑走路上の禁止標識、滑走路末端付近に車両がいること等に気づかなかった。また副操縦士もそれらに気づいていなかった。[航空 18]^{注 28}
- ・事故当時、管制官は事故機2機の管制のほか、到着が遅れていた A320 の空港への進入管制も行う必要があった。また、空港との連絡の際に電話回線が不通でその問題解決に集中してしまった。[航空 22]
- ・機長は、姿勢安定や滑走路との位置関係の把握に注意を集中しており、最終進入速度厳守の重要性やオーバーランの可能性に関する認識が不十分だった。[航空 23]

【単純な用語・数字でも見間違いが生じる】

- ・カトマンズ VOR(無線標識)からの放射方位(radial)220 の線に沿って飛行することとなったが、本来沿うべきだった radial202 と同じ数字で並び方のみが異なる値だったため、パイロットは異常に気付かなかった。同様に、パイロットは機首方位 025 を管制に通報しているが、これも本来あるべき機首方位が 205 だったため混同して異常に気付かなかった。[航空 7]

【人は望む方に解釈する】

- ・スクリュウをオイルタンクに落としたという概念がなくて、床に落としたと思った。床も捜したが捜し出せなかったため、徹底した捜査を行わなかった。[航空 27]
- ・本来水噴霧は 8 分以上ときていされているにも関わらず、火が見えなくなったとして 1 分で水噴霧を終えてしまった。そのためアスファルト固化体充填室に置かれていたドラム缶内の冷却が足らずにアスファルト固化体から可燃性物質が発生した。[原子力 4]
- ・運転員は、露点計のデータの変化を、「季節変化によるもの」と判断するなど、小さな変化を正しく受けとめることができなかった。[原子力 11]
- ・輸送主任は列車に近づいてくる人がいないと判断し、車掌に発車可能であることの合図を出した。その後、被害者が列車に近づき動き出した列車とともに走り始めた。輸送主任はこれを見て危険だと思ったが、見送り客が走っていると思ったため列車停止装置を押さなかった

^{注 28} 文末の[]は、前述の対象事例一覧の分野と番号を示している。

(その後、輸送主任は被害者を見失った)[鉄道 5]

- ・輸送指令では、3027M 運転士から「運転に支障なし」と報告を受けたため、負傷者は運転に支障が無い場所にいると思い込んでしまった。[鉄道 15]
- ・現場担当駅員は、過去の経験では輸送指令から頻繁に連絡が入ってきたので、本件の特急列車が運転を再開する際には連絡が入ると思っていた。[鉄道 15]

【思いこみは抜け出せない】

- ・管制官は滑走路が閉鎖していたにもかかわらず、問題が無いと思いこんでいた。そのため、パイロットからは何度も確認をとったが、閉鎖中の滑走路に飛行機を着陸させる指示を出してしまった。[航空 25]
- ・事故当日は日曜日で、通常貨物線は日曜に山手線を通らないスケジュールとなっていた。そのため、列車の運行状況が伝わらなかった作業員たちに、列車が来ないという思い込みが生じた。[鉄道 10]

【知識が時には災いになる】

- ・万一、中に落ちたとしても、フィルターがあることを知っていたため、フィルターがあるから引っ掛かるので問題はないだろうと思ってしまった。[航空 27]
- ・当該整備士は、機体のことをかなり熟知していたため、過去に類似の部分で、逆にスペーサーを入れ忘れて不具合が起きたという事例が頭にあり。ここはスペーサーを入れなければならないと確信的に思った。[航空 29]
- ・主機員の復水器真空度の CRT 画面の読み間違えに対し、当直班長はそこまで下がっていないことに気付いたが、CRT 画面のほうがハードより反応が早いのだと勝手に解釈して間違いを指摘しなかった。[原子力 19]
- ・イラストレーテッド・パーツ・カタログ(部品表)に、丁寧に作業指示が示されている。ところが、確信的に思っていたので、これは誤記だ、間違いがあると個人で判断した結果、規定のバイオレーションを行ってしまった。[航空 29]

【親切心もあだになる時がある】

- ・当該整備士は安全のために、整備指示のないスポイラーのアクチュエーターを念のため M モード(整備の際に変更するモード)にしてしまった。ただし、念のための措置で、整備指示が無く作業記録は作らなかったため、整備終了後も確認されなかった。[航空 28]

【タイムプレッシャーはミスを生む】

- ・同機は折り返し青森発東京行の便として飛行する予定となっており、一方で青森空港の運用時間が 21 時 30 分までで時間的余裕がないことから、機長には着陸しなければならないという思いがあった可能性がある。[航空 23]
- ・ひかり 291 号は新大阪行の最終列車であった。運転士は、停止を幾度も繰り返す一方で最終列車の運行スケジュールに追われ、加えて中央列車指令所の指令員からの「替わりの車両のある三島駅まで運行するように」「遅れているので上限速度で走行するように」との指令に、大きなプレッシャーを抱えて運行していた。[鉄道 1]
- ・ラッシュ時のブレーキの不具合発生により、約 13 分間駅に停止していたため、ブレーキの作動状況確認よりも運行を優先した。[鉄道 3]

【体験していなければ対応できない】

- ・ガルーダ・インドネシア航空の運航マニュアルには離陸中断は V_1 未満のスピードまでとされていたが機長は運転を中断した。この背景には定期技量審査や実技訓練の実施項目が適切でなく、特に V_1 直後のトラブル対応を模擬した訓練は実施されていなかった。[航空 14]
- ・MD-11 の縦の操舵力は他機に比べて軽かったが、当該機の乗員に対する高々度の巡航でアップセット(姿勢の大きな乱れ)が起きたときの回復訓練、及び機体の回復を手動で行うときの操舵力の軽さを体験する訓練が不足していた。[航空 10]

【ルールはいつも守られるとは限らない】

- ・着陸時、機は副操縦士が操縦していたが、これは、「副操縦士の資格取得後 6 カ月以上、かつ同乗する機長が教官資格を持っていること」「横風が 13 ノット以下であること」と定められている同社の規程に反していた。[航空 11]
- ・中正国際空港の管制に関する規程では、視程 2,000m 以下の場合、管制官は航空機に対し「管制塔から空港の一部が視認不能であるため、地上走行に注意」という注意喚起を行うこととなっていた。しかし当該機担当の管制官はこの注意喚起を行わなかった(実施していれば、乗員が地上走行により注意を払った可能性がある)。[航空 20]
- ・運転士が、関東鉄道が「鉄道運転士作業基準」で定めた車両故障後継続運転時のブレーキ制動試験(圧力計の確認など)を実施しなかった。[鉄道 3]
- ・「開かずの踏切」に対して住民の苦情が耐えなかった。そこで、滞留した人や車を通すため、電車が踏切に接近していても内規(安全ロックを外す際には「原則として駅長の指示を受ける」など)に反してロック(早上げ防止鎖錠装置)を解除し、遮断機を上げる運用がこれまで常態化していた。事故当時も、実際は下り準急電車が接近しつつも 1 分 20 秒の余裕がある

と勘違いした保安係は、この間に通行人を横断させようとロックを解除し遮断機を上げた。

[鉄道 18]

【単純作業は軽視される】

- ・(ライトカバーの交換)が口頭の上に行われて、管理表に記載がなかった。非常に複雑で時間がかかるものは先に管理表に書かれるが、逆に非常に簡単なもので後で処理できるものは、記載されない。[航空 30]
- ・当該機の(非常口の)ライトカバーの交換は非常に簡単な作業で、他にも機体の作業をして、ちょうど当該機以外の作業が完了して、コントロールルームで作業完了の報告をした。上の担当者は、作業者が作業完了というのを、当該機のライトカバーの作業を完了したと思い込み現物確認をしなかった。[航空 30]

【制度は時間に負ける】

- ・個人で判断した場合、その記録を作って上司に報告(デブリーフィング)することになる。しかし、今回は勤務終了時間が迫っていてデブリーフィングをしなかった。[航空 29]
- ・「運転員の操作心得」には、「操作にあたっては、同一の操作員が一貫して行う」と規定されていたが、引き継ぎの時間が迫ってきたので制御棒の操作途中で操作員が交代した。[原子力 17]
- ・作業カードに作業完了のサインをした担当者は、期日通りに作業を終了することや、当該整備作業を行った機体の耐空性にのみ注意が集中し、機体から取り外した酸素発生器の安全性確保には注意が向かなかつた。このため、実際には安全キャップを装着していないにもかかわらず、その作業も1項目として含んでいる作業カードへ完了のサインを記入した。[航空 15]

【一時的な作業は軽視される】

- ・約1ヶ月間開催されるイベントの対応として、JR側にもSKR側にも「1カ月だけ」という思いが端々に出てしまった(JR運転士への不十分な教育訓練、会社間の確認と届出のない勝手な工事、SKRからJRへの無線の貸与なし、「方向優先でこ」の設計ミスにマニュアルで対応しようとした等)。[鉄道 2]

【確認には抜けがある】

- ・機長も副操縦士も滑走路の新設工事については承知していたが、出発前のブリーフィングで航路資料を取り出して確認することを行わなかった。また、ランディング・ブリーフィングでもその確認を行わなかったために、新 B 滑走路(新設)の橋脚の影を B 滑走路の物と誤認し機体が新 B 滑走路に正対している事に気づかなかった。[航空 18]
- ・管制チームのノートム(安全運行のための情報)担当者は当日のブリーフィング時に A 滑走路(34L)の閉鎖にかかる航空情報(AIP 補足版)を確認しなかった(34L 滑走路の閉鎖は AIP 補足版に記載されていた)。[航空 25]
- ・越前本線は単線のため、普通電車は発坂駅で急行電車の通過を待ってから出発することになっていた。しかし、普通電車の運転士が出発時刻の確認を怠ったうえに信号を見落とし、通過待ちをせずに出発したため、事故につながったと指摘されている。[鉄道 15]

【意図は相手に伝わりにくい】

- ・燃料が残り少なくなったため、本人たちはプライオリティー(最初に着陸する許可)をもらうつもりだった。(エマージェンシーが適切だったが)フューエル・ショーテッジ (fuel shortage)あるいはプライオリティーという言葉を使ったために優先順位をもらえず、結局燃料がなくなり墜落した。[航空 3]
- ・副操縦士の「北に向かっている?」という発言は、本来は「北に向かっているのではないか」という疑念を表すものであったが、明確・具体的な表現となっていなかったため、機長には「北に向かう必要があるのではないか」と解釈された。また、これに対して機長が答えた「すぐに方向転換する」という回答は「すぐに(北に)方向転換する」という意図であったが、副操縦士には「すぐに(南に)方向転換する」という意味にとらえられた。このように、二人の状況認識(機の位置・進行方向に関する認識)は全く異なっていたにもかかわらず、会話が成り立ってしまった可能性がある。[航空 7]

【口頭確認・何を確認?】

- ・当該機は複数の作業があり、「当該機の整備作業は終わったよね」「終わりました」という形で、口頭確認のみであった。[航空 30]

【「この」「その」「あの」は命取り】

- ・別の作業のために「あの部品を持って行ったよね」という話があり、「あの部品」というのは別の部品だったが、(最終的につけ忘れられた)ライトカバーと勘違いしてしまった。[航空 30]

【ベテランは失敗を報告しにくい】

- ・職場の風土は、非常に報告しやすい部門だったが、ミスをした整備士はベテランのため、自らが「恥ずかしい」と報告しなかった。[航空 27]

【エラーはローカル化する】

- ・一般にヒューマンエラーや悪い情報というのはローカル化する(組織内、操縦室内等)。エラーがあっても結果的にうまくいけばなかなか報告しないことが要因。[研究会]^{注29}

【重要な情報は大量な情報の中に埋没する】

- ・日本アームは三菱重工の子会社から定期検査ごとの情報提供の契約を締結していた。契約に基づき他社プラントの当該同一部位の減肉情報(泊発電所1号機、敦賀発電所2号機)の提供があったが、日本アームは特別な情報と受け止めず関西電力に水平展開しなかった。[原子力 14]

【役割分担の変更にミスが潜む】

- ・管制時に使用する運航票の扱いがFAA(Federal Aviation Administrations:アメリカ連邦航空局)の規定から変更されていた。本来ならば運航票は、管制承認伝達(クリアランス・デリバリー)を行う管制官から、地上管制官を経て飛行場管制官に渡されるべきものであったが、地上管制官の作業負担を軽減するためにクリアランス・デリバリーから飛行場管制官へ直接手渡されていた。しかし、かえって飛行場管制官に地上管制の負担を与えたため、飛行場管制官はミスを起こしやすい状況にあった。[航空 4]

【役割分担、やるならきっちり！】

- ・規程では、各ドアごとに担当の客室乗務員が定められていたが、ドアモード操作などの代行も認めていた。このため、責任担当者は自分が操作していなくても他の乗務員が操作したものだと思い込んだ。[航空 26]

^{注29} 文末の「研究会」は、研究会の議論の中で討議された事例を示している。

【作業手順の変更直後にミスが潜む】

- ・ブロックアウト(航空機が駐機スポットから離れること)をできるだけ早めて出発遅延を防止するため、従来は「ドア閉」「ドアモード変更完了」「旅客情報(最終搭乗旅客数、制限旅客の有無)」の3点をまとめて運航乗務員に報告してからブロックアウトする手順であったところを、同年2月から個別に報告する手順に変更されていた。このため、客室乗務員が出発前に行う一連の手順に分断が生じていた。[航空 26]

【現場の書類業務の増加は安全の妨げになる】

- ・原子力発電所が2週間の計画停止をした後、起動する途中で原子炉が停止した事例。当直長、副当直長、当直主任が全員引継ぎ日誌を確認中で、制御棒の引き抜き状況を確認していなかった。[原子力 18]

【安易な手順書作成は混乱を招く】

- ・保安規定には解釈の難しい箇所がある。前提条件や適用条件などについて十分に検討を行わずに手順書に落とし込んだりすると、じっくり読まなければわかりにくい手順書になりかねない。[研究会]

【不十分な原因分析がマニュアルを増大させる】

- ・トラブルが発生したときに「マニュアルに無かった」という理由からマニュアルに追加する。それを何度も繰り返すことでマニュアルが大量になる。[研究会]

【マニュアルへの依存は従うだけの人間を作る】

- ・制御棒を引き抜く手順が示された手順所に従い、手順書に書かれた臨界の解析予測値までは問題がないと判断し、連続して引抜を実施した結果原子炉が自動停止した。[原子力 18]
- ・車輪固着の警報が作動したときの点検マニュアルでは、地上に降りた乗務員が確認することとして、①ブレーキが固着していないか、②車軸の過熱による「軸焼け」が生じていないか、という2点が定められており、車軸の固着の点検については記載がなかった。[鉄道 1]

【すべての状況をマニュアルに記述することはできない】

- プラントメーカーが当初作成した点検リストの元帳から漏れていたことに加え、以後も電力会社がリスト漏れに気づかず、また検査会社からも連絡がなかったことから、運転開始当初から一度も点検が行われていなかった。[原子力 2]
- 左右 ADC (Air Data Computer) の高度不一致時に利用するチェックリストには、いずれの ADC の不具合かを特定する手順が示されていなかった。このため機長は、上記のチェックリスト実施の途中で、自らの判断により機長側 ADC のデータ源スイッチを NORM (Normal: 通常側) から ALTN (Alternate: 代替側) に変更して確認を試みた。[航空 24]
- 運転士の「業務行路表」には、自身が運転する列車の運行計画や駅での列車入れ替え作業の開始時刻は示してあったが、入れ替え作業方法についての具体的な記載がなかったことから混乱し、過去の類似した作業の経験から思い込みで ATS を解除した。[鉄道 7]
- 事前に作成されたマニュアルでは、「火災発生時には列車は停車せずトンネルを走り抜け避難線へ向う」「万が一停車をした際には、貨車を切り放し、機関車と客車を守る」といった対策が定められていた。しかし、火災に伴う電気系統の故障などから、それらが全く実行できなかった。[鉄道 6]

【無視した意見は大事な苦言】

- 新規プロシージャ導入後の評価が表面的・非公式で、乗員は意見を寄せるよう要請されていたが報告はわずかだった。また寄せられた意見の多くは否定的なものだったが、変化を好まない少数意見として無視された。[航空 17]

(3) 運用・管理システムの経営等に関する教訓

【コスト削減の負の影響を熟慮せよ】

- ・バリュージェットは規制緩和によるコスト優先をすすめたため、自分のところに専門の整備士がほとんどいない、パイロットは非常に給料が安く、かつ目的地まで行かないと給料を払わないという、行きすぎたコスト削減が要因で事故が発生した。[航空 15]
- ・カンタス航空では、1996年12月にB747-400型機の進入・着陸プロシージャーを変更し、フラップ30からフラップ25、リバーズスラスト(逆噴射)からリバーズアイドル(逆噴射なし)としたが、この変更の目的は、ブレーキ整備費、シドニー空港騒音課徴金、スラスト・リバーサー整備費などのコスト削減であった。[航空 17]
- ・アロハ航空は経営難等が原因で、整備プログラムそのものを省略していた。[研究会]
- ・協力会社作業員は、夜間業務後も引き続き業務を続けるという劣悪な労働条件を強いられることも多く、事故の背後要因として考えられる。[鉄道 10]
- ・技術者が走行中の車輪の歪みを検知する電氣的システムを提案したが、コストがかかるため採用されなかった。[鉄道 8]
- ・事故1週間前には、週1回の作業員による線路点検があった。しかし、接近する列車に対する安全対策(見張り員等)のためには1チーム5-6人が必要であるにもかかわらず、経費削減の観点から点検作業は1チーム2名となっていたため、線路内に立ち入ったの検査はできず、線路脇の通路からの目視点検のみとなった。[鉄道 11]

【効率優先事故の元】

- ・交換用レールの搬入が終わった時点では、夏期の繁忙期ダイヤとなっており、交換作業に必要な長時間の線路閉鎖を行うことはできなかった。このため交換作業は11月まで延期された。[鉄道 8]

【サービス偏重がミス・違反を生む】

- ・客室乗務員が全員ベルトを着用していなかった要因としては、以下の指摘がある。客室本部では、機内販売の売上目標が設定され、販売成績による評価(報奨金・人事考課)がなされていた。また、サービスの中断などにより旅客からクレームが出されると、その理由がベルト着用サインに基づく着席であっても詳細な報告や事情聴取が求められることとなった。これらのため、機長の指示や規程よりも、機内販売やサービスを重視する風潮が醸成されていた。[航空 16]

【異なる部門のミス防止ノウハウは伝わりにくい】

- ・エンジンのオーバーホールをする原動機センターの手順書には、(当該箇所)「挿入するな」という記載があった。しかし、それが機体メンテナンスセンターの作業基準書に反映されていなかった。[航空 29]

【セグメント化には情報遮断の副作用】

- ・プライドやモラルが高いほど、セグメントの中でのみ問題解決を図ろうとしてしまう。セグメント間や航空管制官とパイロットの間などの異なる職制間でのコミュニケーションの不足、不具合、相互確認不足などの改善が望まれている。[研究会]
- ・信号整備時に発生した社員の触車死亡事故の翌年に、電力部門の社員が電車で触車するという事故があった。この背景には部門間で情報共有ができていなかったことがあげられる[研究会]。
- ・同機のエンジンの整備は KLM オランダ航空に委託していたが、オランダ航空の整備方針では、工場の組み立て時に総使用サイクルが 6,000 未満であれば、エンジンに組み込むこととされていた。そのためエンジン使用中に 6,000 サイクルを超えることは予測可能であったが、整備部門と運航部門の連携が不十分であったために、タービンプレードの情報が伝わっていなかった。[航空 14]

【アウトソーシングするからこそ現場の管理が重要になる】

- ・運転は協力企業任せになっており、担当部署は現場から離れ運転状況を把握しておらず、問題意識が希薄化していた。[原子力 4]
- ・劣化した O リング等の消耗品の購入や使用は、協力会社である点検メーカーの自主管理となっており、チェックできる体制となっていなかった。[原子力 5]

【アウトソーシングと技術伝承は両立しにくい】

- ・設備の管理が直営の社員から委託業者にシフトしているため、メンテナンスの技術継承が困難になる。20 代の若手社員が 50 代の先輩を見て、今の職場の環境では自分たちはあの先輩に追い付けないという声を聞くことがある。[研究会]

(4) 技術システム(施設・設備)に関する教訓

【隣接は選択ミスを生む】

- ・事故原因は、乗員が降下率を設定するノブを回そうとして、誤って隣の高度を設定するノブを回したことにより、機体の降下を阻止できなかつた可能性が高い。[航空 1]
- ・空港に進入中に乗員が 3.3 度のパスの角度を入れるところを、3,300feet/min.という非常に大きな角度を入れてしまった(3.3度というパスと降下率と、ほとんど同じ場所にインプットするスイッチがあったため)。[航空 6]
- ・主機員は、真空度を CRT で監視中に、復水器真空度値の代わりに間違えて隣接して表示されていた発電機出力値を見て読み上げた。[原子力 19]

【人は機械に依存する】

- ・機長はコンピューターを信じ操縦を任せきりにしたことと、夜間で周辺が見えなかつたため、誤ったコースを飛行していることに気がつかなかつた。[航空 13]
- ・当時の JR 東海の発表によると、3.5mm を超える障害物をドアが感知した場合、運転席に設置された戸閉確認ランプが点灯しない仕組みとなつていたが、今回の事故では戸閉確認ランプが点灯してしまつた。[鉄道 5]

【人と機械の判断の不一致は混乱を招く】

- ・管制官の管制指示の間違ひに対し、一方の機長は衝突を避けるため指示に従ひ降下する。もう一方の機長は TCAS という衝突防止装置に従ひ降下した。結局同じように降下して、お互いにぎりぎりのところまでいって回避した。これは管制官のコミュニケーション・トラブルと、TCAS が働いた場合の回避操作に関する規則が(世界的に)あいまいだつたことなどが原因である。[航空 21]
- ・事故当時は TCAS の指示と管制指示が相反する場合の対応に関する規定が不明確であつた(航空システムにおける TCAS の位置づけが不明確な部分が見受けられた)。[航空 22]
- ・着陸操作の際に副操縦士がゴー・アラウンド(GO AROUND)のスイッチを押したことに気づかず、ピッチが上がつた(上昇しようと機種を上に向ける動き)。パイロットは下げようとするが、オートパイロットが解除できず、さらにピッチが上がり失速して墜落した。[航空 12]

【「あともう少しでスケジュール通り」は命取り】

- ・原子炉再循環ポンプの警報が発信したが、定期点検が数日後に迫っていたことと、原子炉停止による経済的損失が大きいことによるプレッシャーのため、すぐに原子炉を停止せず出力を下げたまま運転を続けた。[原子力 1]
- ・平成 13 年から 14 年にかけて、日本アームは関西電力からの委託を受け、二次系配管保全管理業務高度化のため、点検箇所をチェックした。その際に当該部位の登録漏れを発見し、点検管理票及びスケルトン図に追加登録を行った。しかし、新たに発見された点検箇所は、至近の定期検査の計画に反映する手順が定着していたため、交換されなかった。[原子力 14]
- ・事故機と同型の A300 は 1991 年までに同様の事故が 3 件発生していた。そこで、エアバス社は 1993 年に、ゴー・アラウンド・モード時に手動操縦が行われた場合は、自動操縦が切れて手動が優先されるよう、同型機のコンピュータソフトの改修を航空会社に推奨していた。中華航空は、改修計画はあったものの緊急性はないものとし、当該機のフライトコンピュータの修理の際に実施することになっていた。[航空 12]

【大量の部品こそ部品管理を適切に！】

- ・部品がなくなった場合、本来であれば、どこの部品であるか気が付かなければいけない。しかし、失くしたスクリューは大量の部品だったため、部品管理が十分にできなかった。[航空 27]

【点検で不具合が発見できるとは限らない】

- ・迎角センサーの故障は、地上における飛行前点検では電気信号がバイパスされて発見できない仕組みとなっていた。[航空 8]
- ・故障した迎角センサーは、過去 2 年間に 9 回の故障を起こしていたが、TWA 社の品質保証プログラム(信頼性管理規程)が飛行時間ではなく経過日時をもとにトレンド・モニタリングを行っていたことなどから、その発見・修理がなされなかった。[航空 8]

【頻発する警報は信用されない】

- ・墜落の約 15 秒前に、地上接近警報装置 (Ground Proximity Warning System:GPWS) が作動し警報音が鳴ったが、機長は「誤作動だ」と信用しなかった。この背景には、カトマンズ空港近辺が山岳地帯であり、同空港の離着陸時にはしばしば GPWS が鳴ることがあげられている。[航空 8]

- ・事故当日、事故列車より前に現場を通過した列車の振動により線路の亀裂が拡大し、軌道回路が途切れてコントロールセンターに警報が表示された。しかし、同様の警報が他の原因でもしばしば鳴っていたため、信号係は何の対応もせずに警報の解除だけを行った。[鉄道 11]
- ・火災発生時、地下鉄の機械設備指令センターでは、火災警報が鳴ったことを確認したが、「機械の誤作動」と判断し、運行指令センターにすぐに伝えなかった。その背景に、火災警報装置の誤作動が頻繁に発生していた(前年には 96 回の誤作動)ことがあった。[鉄道 17]

【やりやすい作業は他からチェックしづらい】

- ・モード変更用の装置が付いていない機体の場合は、動かないようにアクチュエーターに鉄製の赤い札の付いた部品を工具室から借りてはめるため、赤い札が目印となる。一方、イレギュラーが発生した機体(A320)は作業を容易にさせるという設計思想のため、機体にモード変更用の器具が付いていた。そのため、作業自体は容易になったが、どこを作業しているかがわかりにくくなった。[航空 28]
- ・ある機体では、逆噴射装置をロックするには、工具室から借りてきて札がぶら下がっているピンを使うため、操作していることに気が付きやすい。一方、イレギュラーが発生した機体(MD-90)は機体側にピンが付いており、そこをロックするだけのため作業が容易である。しかし、札がぶら下がっていないため作業状況が見た目では分からない。[研究会]

【使いにくい設備は安易な改造を生む】

- ・現場が狭隘でトルクレンチの取り扱いが困難であったため、現場にて急遽、フランジの締め付け方法を本来のトルク管理から締代管理に変更することを担当者に提案した。[原子力 16]
- ・アスファルト固化体を貯蔵する施設に余裕がなくなり、同じ量の廃液をより少ない固化体にする方策が検討されていた。固化体の量を減らすために、エクストルーダ内に供給する廃液の量を減らし、アスファルトとの混合物の密度を高める方法を取り、廃液の供給速度を減らした。その結果、アスファルトと混合物の温度が上昇し、ドラム缶内で遅い発熱反応の進展・蓄熱を経て両者の熱暴走反応を引き起こし、ついには空気とアスファルト化合物との燃焼反応が起き、火災が発生した。[原子力 4]

【過去の実績を基にした設計でも過信をすればトラブルが生じる】

- ・同種機器の使用経験がある場合の機器の設計では、要求性能・機能を満足するように若干構造変更を行うだけで、解析なしで同種機器の設計をそのまま流用することがしばしば行われる。これが流用設計であり、当該器も同様の背景を持っていた(内筒を設置しても、構造解析や疲労解析を行えば事故は防ぐことができたという指摘もある)。[原子力 9]

【設計の不備を人の無理で補うな】

- ・「方向優先てこ」の設計ミスにマニュアルで対応しようとした。[鉄道 2]

【高度技術の普及で、人間の役割が増加する】

- ・航空機の航法機器の高性能化と管制システムの高度化により航空機同士の飛行間隔が短縮され、結果的に衝突の危険性も高まり、管制官とパイロットの人間同士のより確実なコミュニケーションが重要になってきた。[研究会]

【新しい技術は未知のミスを生む】

- ・従来は、信頼を確認された技術のみ利用してきたが、最近では技術革新を積極的に導入している結果障害が発生する場合がある。[研究会]
- ・MD-11 では、制御系の信頼性向上を背景に、縦方向の安定性を若干犠牲にし、燃料消費の改善を図った機体設計だった。このため、MD-11 の縦の操舵力は他機に比べて軽く、タービュランス・アップセット(姿勢の大きな乱れ)から回復する際、オーバー・コントロールになりやすかった。[航空 10]

【技術指針や規格の複雑・多様化は見落としを生む】

- ・ASME (American Society of Mechanical Engineers: アメリカ機械学会) 規格では、1974 年に交互渦による流れ直交方向振動について、また 1991 年に対称渦による流れ方向振動について規定しているが、日本の規格では流れ方向振動の追加規定が見落とされていたが、日本の規格を基準としてしまった。[原子力 3]

(5) 巨大システムをとりまく社会システムに関する教訓

【責任追及重視は再発防止につながりにくい】

- ・裁判で「我々は責任ない」ということを言い続けるあまり、社内でも、あの事故は我が社にとって「もらい事故」であり不幸な事故であったということが通ってしまい、その結果再発防止の議論に至らなかったと考えられる。[鉄道 2]

【責任追及重視が責任逃れを生む】

- ・「責任追及から原因究明へ」という安全哲学が正しく伝わらず、責任追及しないのであれば処分なしという、歪曲された意見が出される場合がある。[研究会]

(6) 今後の方向性

本調査では、事例分析から得られた要因を、「運用・管理システムの現場に関する教訓」、「運用・管理システムの経営等に関する教訓」、「技術システム(施設・設備)に関する教訓」、「巨大システムをとりまく社会システムに関する教訓」の4区分に分類して「巨大システムに共通する教訓」として整理した。また、前述のように、「安全教育・啓発等に使用することを考慮し、現場の担当者が納得できるような内容とする」ことに配慮し、現場活動を意図して標語化を行った。

今後の方向性としては、さらに事例を増やしていくとともに、以下の検討事項を踏まえ、教訓の標語化及び分類方法を精査する必要がある。

① 対象者の属性に応じた標語化の検討

本調査では、特に対象者を設定せず、巨大システムに共通する教訓の標語化を試みた。そのため、「運用・管理システムの現場に関する教訓」は主に現場の教訓、「運用・管理システムの経営等に関する教訓」は主に組織的な教訓が中心となっているように、標語を使用する対象者に応じた整理までは至っていない。

今後は、現場担当者向けの教訓、経営者向けの教訓などのように、対象者の属性に応じて教訓を整理し、標語化を行う必要がある。

② 標語の区分方法の検討

本調査の教訓の分類・整理の試みにより、例えば、「運用・管理システムの現場に関する教訓」の内容をみると、【注意のしすぎはミスを生む】や【思いこみは抜け出せない】などは人間の情報処理過程の問題、【意図は相手に伝わりにくい】や【「この」「その」「あの」は命取り】などはコミュニケーションの問題などのように、さらに細分化することの可能性を見出すことができた。

今後は、人間の情報処理過程による区分やSHELLモデルによる区分など、既存のヒューマンファクターに関するモデルへの適用などを検討していく必要がある。

Ⅲ. 結論

1. 成果

(1) 事事故事例の収集・分析

原子力分野、航空分野、鉄道分野、宇宙開発システム分野、化学工業分野、情報技術システム分野、その他分野の事事故事例を調査対象とした。

調査事例のうち、今年度は、原子力分野（26件）、航空分野（20件）、鉄道分野（15件）について分析を実施した。また、収集した他の分野の事例である、宇宙開発システム分野（138件）、化学工業分野（552件）、情報技術システム分野（209件）、その他分野（3件）については、来年度以降に選択して分析を実施する予定である。

(2) 無事故組織に関する情報収集と分析

1977年から2005年まで29回実施された（社）日本化学工業協会の安全表彰制度において安全賞・安全努力賞を受賞した148事業所の安全対策・安全活動の内容を抽出して分析を行った。

分析の結果、「安全方針・目標等を浸透・実践させる仕組み作り」、「方針・目標等浸透度合いに関する評価の実施」、「安全方針・目標の策定」の3項目を実施している事業所が多いことが分かった。

(3) 教訓の抽出と一般化による再整理、及び教訓の分類

巨大システム事故分析研究会を計5回実施した。そのうち第1回～第3回までは、原子力、航空、鉄道の各分野の専門家による事事故事例等のプレゼンテーションを行い、抽出すべき教訓について参加者による活発なブレインストーミングを行った。

第4回、第5回は、第1回～第3回の内容に（1）で抽出した教訓の内容を加えて整理した「各分野に共通する巨大システムの課題」についてやはり参加者による活発なブレインストーミングを行った。

それらの結果を受けて、「各分野に共通する巨大システムの課題」及び「巨大システムに共通する教訓一覧」を抽出した。

それぞれの分類項目としては、A. 運用・管理システムの現場における課題／教訓、B. 運用・管理システムの経営等に関する課題／教訓、C. 技術システム（施設・設備）に関する課題／教訓、D. 巨大システムをとりまく社会システムに関する課題／教訓、の4つを提示した。

2. まとめ

事件事例の収集・分析については、今年度実施した3分野（原子力、航空、鉄道）については十分な分析が実施できたものとする。来年度以降、今年度収集した残り3分野（宇宙開発システム分野、化学工業分野、情報技術システム分野）の事件事例について選別・分析を実施するとともに、巨大システム研究会等において当該分野の専門家によるプレゼンテーションを実施し、討議することが有用であるとする。

無事故組織に関する分析結果については、来年度以降、今年度抽出したマイナス方向の教訓（**すべからず）だけではなく、プラス方向の教訓（**が有効）として整理していくことが望ましいとする。

教訓の抽出と一般化による再整理、及び教訓の分類については、今年度は分類の大枠を示し教訓を提示することはできた。来年度以降、新たな分野の事件事例の分析・検討を行う中で、各分野の特性や特殊事情を超えて十分に抽象化・一般化された理解しやすい教訓を抽出・整理するとともに、それらを原子力分野に適用するための具体的な手法について検討することが必要であるとする。

事例分析に使用した参考資料一覧

(1) 原子力事例の参考資料一覧

- 通商産業省資源エネルギー庁,
『関西電力(株)美浜発電所 2 号機蒸気発生器電熱管損傷事象について』,1992
- 通商産業省資源エネルギー庁,
『報道発表 日本原子力発電(株)敦賀発電所2号機の手動停止について』,1999
- 経済産業省原子力安全・保安院,
「中部電力(株)浜岡原子力発電所1号機における配管破断事故について(調査の中間とりまとめ)」
<<http://www.meti.go.jp/kohosys/press/0002202/0/011213chudenchukan.pdf>>,2001
- 経済産業省原子力安全・保安院,
『中部電力(株)浜岡原子力発電所 1 号機の手動停止についての中部電力からの報告について』, 2001
- 経済産業省原子力安全・保安院,
「資料 4-1 実用原子力発電所におけるトラブルの要因分析と検査の有効性について」
<<http://www.nisa.meti.go.jp/text/kichouka/no3-4-1.pdf>>,2002
- 経済産業省原子力安全・保安院,
「浜岡原子力発電所1号機の余熱除去系配管破断に関する再発防止対策について」
<<http://www.meti.go.jp/kohosys/press/0002847/0/020613hamaoka1.pdf>>,2002
- 経済産業省原子力安全・保安院,
「中部電力(株)浜岡原子力発電所1号機の事故の原因究明と今後の対応について」
<<http://www.meti.go.jp/kohosys/press/0002719/>>,2002
- 経済産業省原子力安全・保安院,
『中部電力(株)浜岡原子力発電所 2 号機の手動停止の原因と対策に係る中部電力(株)からの報告について』,2002
- 経済産業省原子力安全・保安院,
『中部電力(株)浜岡原子力発電所 2 号機の手動停止に係る中部電力(株)からの報告について
(第 33 回原子力安全委員会資料 6 号)』,2002,
- 経済産業省原子力安全・保安院,
「沸騰水型原子炉施設における制御棒駆動機構ハウジングスタブチューブ下部溶接部の点検について」<<http://www.meti.go.jp/kohosys/press/0002719/3/crdshiji.pdf>>,2002
- 経済産業省原子力安全・保安院,
「原子力安全条約 第 2 回検討会合(2002 年 4 月 15-26 日)日本国別報告書に対するコメント/質問への回答」<<http://www.nisa.meti.go.jp/text/kokusai/140627-jap.pdf>>,2002
- 経済産業省原子力安全・保安院,
「中部電力(株)浜岡原子力発電所2号機の手動停止に係る中部電力(株)からの報告について」
<<http://www.meti.go.jp/kohosys/press/0002778/0/020527hamaoka.htm>>,2002
- 経済産業省原子力安全・保安院,
『中部電力(株)浜岡原子力発電所 2 号機の手動停止の原因と対策に係る中部電力(株)からの報告について(第 38 回原子力安全委員会資料 2 号)』,2002
- 経済産業省原子力安全・保安院,
「中部電力株式会社浜岡原子力発電所1号機の余熱除去系配管破断に関する再発防止対策について」<<http://www.meti.go.jp/kohosys/press/0002719/2/haikanshiji.pdf>>,2002
- 経済産業省原子力安全・保安院,
「中部電力株式会社浜岡原子力発電所 1 号機における配管破断事故について(最終報告書)」
<<http://www.meti.go.jp/kohosys/press/0002719/4/haikanhoukoku.pdf>>,2002
- 経済産業省原子力安全・保安院,
「中部電力株式会社浜岡原子力発電所 1 号機における制御棒駆動機構ハウジング貫通部からの漏洩について(最終報告書)」<<http://www.meti.go.jp/kohosys/press/0002719/5/crdhoukoku.pdf>>,2002
- 経済産業省原子力安全・保安院,
「関西電力株式会社美浜発電所 3 号機二次系配管破損事故に関する中間とりまとめ」,2004

- 経済産業省原子力安全・保安院,
『関西電力株式会社美浜発電所3号機二次系配管破損事故について(最終報告書)』
<<http://www.meti.go.jp/report/downloadfiles/g50330c01j.pdf>>,2005
- 科学技術庁原子力安全局,『ふげん重水漏れの原因について』,1997
- 原子力安全委員会 ウラン加工工場臨界事故調査委員,
『ウラン加工工場臨界事故調査委員会報告』,1999
- 原子力安全委員会,『原子力安全白書 平成 11 年版』「第 2 章 その他の主な問題への対応について」
<http://www.nsc.go.jp/hakusyo/hakusyo_kensaku_f.htm>,2000
- 原子力安全委員会,
『第 76 回原子力安全委員会 資料第 2 号 核燃料サイクル開発機構高速実験炉「常陽」における火災
について』,2001
- 原子力安全委員会,
『第 84 回原子力安全委員会 資料第 1 号 核燃料サイクル開発機構高速実験炉「常陽」メンテナンス
建屋における火災について(原因と対策)』,2001
- 原子力安全委員会,
「中部電力株式会社浜岡原子力発電所1号機における事故・故障に関する調査報告書の概要」
<<http://www.nsc.go.jp/jiko/index.htm>>,2002
- 原子力安全委員会 原子力事故・故障調査専門部会,
「中部電力株式会社浜岡原子力発電所 1 号機における事故・故障に関する調査審議結果について」
<<http://www.nsc.go.jp/anzen/shidai/genan2002/genan032/siryo1.htm>>,2002
- 原子力安全委員会,
『中部電力株式会社浜岡原子力発電所 1 号機における事故・故障に関する調査報告書について』,2002
- 原子力安全委員会 原子力事故・故障調査専門部会,
「中部電力株式会社浜岡原子力発電所 1 号機における事故・故障に関する調査審議結果について」
<<http://www.nsc.go.jp/anzen/shidai/genan2002/genan032/siryo1.htm>>,2002
- 原子力安全委員会,
「中部電力株式会社浜岡原子力発電所1号機における事故・故障に関する調査報告書について」
<<http://www.nsc.go.jp/anzen/sonota/kettei/20020523.pdf>>,2002
- 原子力安全委員会,
「中部電力株式会社浜岡原子力発電所1号機における事故・故障に関する調査報告書の概要」
<<http://www.nsc.go.jp/jiko/index.htm>>,2002
- 原子力安全委員会,
「原子力事故・故障分析評価専門部会 第 1 回 美浜発電所 3 号機 2 次系配管事故検討分科会
資料」, 2004
- 原子力安全委員会,
「原子力事故・故障分析評価専門部会 第 2 回 美浜発電所 3 号機 2 次系配管事故検討分科会
資料」, 2004
- 原子力安全委員会,「美浜発電所 3 号機 2 次系配管事故検討分科会中間報告」, 2004
- 原子力安全委員会,「関西電力株式会社美浜発電所 3 号機 2 次系配管事故最終報告」,2005
- 原子力百科事典 ATOMICA,「福島第二原子力発電所 3 号炉の原子炉再循環ポンプ損傷事象の原因に
関する調査結果」<http://sta-atm.jst.go.jp:8080/02070206_1.html>
- 原子力百科事典 ATOMICA,「福島第二原子力発電所 3 号炉の原子炉再循環ポンプ損傷事象につい
て」<http://sta-atm.jst.go.jp:8080/02070208_1.html>
- 日本原子力研究所,「ウラン濃縮研究棟の火災事故について(報告)」
<<http://www.jaeri.go.jp/jpn/open/press/uran/press2.html>>,日本原子力研究所,1997
- 日本原子力研究所,「東海研究所ウラン濃縮研究棟における火災について(第1報)」
<<http://www.jaeri.go.jp/jpn/open/press/uran/press.html>>,日本原子力研究所,1997
- 日本原子力研究所,「ウラン濃縮研究棟の火災事故について(第2報)」
<<http://www.jaeri.go.jp/jpn/open/press/uran/press3.html>>,日本原子力研究所,1998
- 日本原子力研究所,「ウラン濃縮研究棟火災事故調査委員会報告書(概要)」
<<http://www.jaeri.go.jp/jpn/open/press/uran/uran8.html>>,日本原子力研究所,1998

- 高速増殖炉研究開発センター 高速増殖原型炉もんじゅ,「もんじゅ」事故と原因究明の現状
 <http://www.jaea.go.jp/04/monju/category05/mj_accirep/accireptitle.html>, 独立行政法人 日本原子力研究開発機構
- 核燃料サイクル機構,「高速実験炉『常陽』メンテナンス建家における火災について」
 <<http://www.jaea.go.jp/jnc/news/press/PE2001/PE01110202/index.html>>, 2001
- 核燃料サイクル機構,「高速実験炉『常陽』メンテナンス建家における火災発生について(第1報)」
 <http://www.jaea.go.jp/jnc/news/press/PE2001/PE01110903/houkoku/houkoku_no1/houkoku_no1_index.html>,2001
- 核燃料サイクル機構,「高速実験炉『常陽』メンテナンス建家における火災発生について(第2報)」
 <http://www.jaea.go.jp/jnc/news/press/PE2001/PE01112701/kuni_no2/kuni_no2_index.html>,2001
- 核燃料サイクル機構,『事故調査委員会報告書(案)資料 4-4(1)』,2001
- 『「常陽」メンテナンス建家火災事故調査委員会報告書』,核燃料サイクル機構
- JNES,「原子炉再循環ポンプの水中軸受リング等の損傷」
 <<http://www2.jnes.go.jp/atom-db/jp/trouble/1966-1999fy/explain/1988/gh88b12.html>>
- 東海再処理施設 アスファルト固化処理施設における火災爆発事故調査委員会,『動力炉・核燃料開発事業団東海再処理施設 アスファルト固化処理施設における火災爆発事故 関連資料』,東海再処理施設 アスファルト固化処理施設における火災爆発事故調査委員会,1997
- 消防庁,「関西電力(株)美浜発電所 3号機タービン建屋事故概要(第7報)」
 <<http://www.fdma.go.jp/html/infor/H160811gen7.pdf>>,2004
- 敦賀美方消防組合消防本部,「関西電力(株)美浜発電所 3号機タービン建屋蒸気噴出事故の救助救急活動状況について」『近代消防』No.523,P.58-61,2004
- 小林英男,「失敗知識 DB: 浜岡原子力発電所 1号機制御棒駆動機構ハウジング貫通部のスタブチューブ取付け溶接部の応力腐食割れ」
 <<http://shippai.jst.go.jp/fkd/Detail?fn=0&id=CB0011014&kw=%C9%CD%B2%AC>>, 科学技術振興機構
- 小林英男,「失敗知識 DB: 浜岡原子力発電所 1号機高圧注入系分岐蒸気配管の破断による蒸気漏洩」
 <<http://shippai.jst.go.jp/fkd/Detail?fn=0&id=CB0011006&kw=%C9%CD%B2%AC>>, 科学技術振興機構
- 村上弘良、小林英男,「失敗知識 DB: 敦賀発電所1号機シュラウドサポートのひび割れについて」
 <<http://shippai.jst.go.jp/fkd/Detail?fn=0&id=CB0041003&>>, 科学技術振興機構
- 小林英男,「失敗知識 DB: 原子力発電所の配管破裂で蒸気噴出」
 <<http://shippai.jst.go.jp/fkd/Detail?fn=2&id=CB0011025>>, 科学技術振興機構
- 橋内良雄、小林英男,「失敗知識 DB: 原子力発電所蒸気発生器伝熱細管破断」
 <<http://shippai.jst.go.jp/fkd/Detail?fn=2&id=CB0061010>>, 科学技術振興機構
- ?を! にするエネルギー講座,「福島第二原子力発電所 3号機事故」
 <<http://www.iae.or.jp/energyinfo/energydata/data3036.html>>, (財)エネルギー総合工学研究所,2001
- 日本原子力学会「原子力安全」調査専門委員会,『JCO ウラン加工工場における臨界事故の調査報告』,2000
- 日本原子力学会、ヒューマンシステム研究部会、JCO 事故調査特別作業会,『JCO 臨界事故におけるヒューマンファクター上の問題』,2000
- 日本原子力学会・JCO 事故調査委員会,『JCO 臨界事故 その全貌の解明 事実・要因・対応』,東海大学出版会,2005
- 佐相邦英,『ウラン加工工場臨界事故とヒューマンファクター』,安全工学 No.218,安全工学協会,P.326-333,2000
- 高野研一,『組織事故としてJCO臨界事故と再発防止』,安全工学 No.217,安全工学協会,P.227-233,2000
- 茨城県生活環境部原子力安全対策課,『アスファルト固化処理施設火災爆発事故に係る調査結果について』,1998
- 福井県安全環境部原子力安全対策課,「新型転換炉ふげん発電所の重水精製装置の循環ポンプ出口フランジ部からの重水漏洩の原因と対策について」
 <<http://www.atom.pref.fukui.jp/press/h9/m06/199706031040.html>>, 福井県,1997
- 福井原子力センター「あつとほうむ」,「福井県の原子力」資料編 第4章 原子力発電の安全対策
 <<http://www.athome.tsuruga.fukui.jp/nuclear/fukui/pdf/data/4th.pdf>>, 福井県,P.9-11

- 電気事業連合会,「美浜発電所 2 号機(関西電力)事故の概要」
<<http://www.fepc-atomic.jp/thumbnaill/zumen/safety-32.html>>,
- 電気事業連合会,「特集 関西電力 美浜発電所 3 号機 2 次系配管破損事故」『原子力発電四季報第 29 号[2004 年 12 月]』<<http://www.fepc.or.jp/shikihou/shikihou29/p04.html>>
- 電気事業連合会,『原子力発電四季報 第 10 号』「敦賀発電所 2 号機一次冷却水漏洩事故の原因と対策について」<<http://www.fepc.or.jp/shikihou/shikihou10/p8-9.html>>
- 原子力施設情報公開ライブラリー ニューシア,「トラブル等情報報告書 通番 192、報告書番号 1999-原電-T008」
<http://www.nucia.jp/suihei/app/referTroubleDetail.do?action=Retrieve&seq_nbr=192&url=searchTroubleDetail.do%3Faction%3DRetrieve%26page%3D1%26fiscalyear%3Dnull%26koukaiComboFlag%3Dnull#trouble>,原子力技術協会
- 原子力施設情報公開ライブラリー ニューシア,「トラブル等報告書 通番 240、報告書番号 2001-中部-T004」
<http://www.nucia.jp/suihei/app/referTroubleDetail.do?action=Retrieve&seq_nbr=240&url=searchTroubleDetail.do%3Faction%3DRetrieve%26page%3D1%26fiscalyear%3Dnull%26koukaiComboFlag%3Dnull#trouble>,電気事業連合会
- 原子力施設情報公開ライブラリー ニューシア,「トラブル等情報報告書 通番 239、報告書番号 2001-中部-T003」
<http://www.nucia.jp/suihei/app/referTroubleDetail.do?action=Retrieve&seq_nbr=239&url=searchTroubleDetail.do%3Faction%3DRetrieve%26page%3D1%26fiscalyear%3Dnull%26koukaiComboFlag%3Dnull#trouble>,電気事業連合会
- 原子力施設情報公開ライブラリー ニューシア,「トラブル等報告書 通番 253、報告書番号 2002-中部-T001」
<http://www.nucia.jp/suihei/app/referTroubleDetail.do?action=Retrieve&seq_nbr=253&url=searchTroubleDetail.do%3Faction%3DRetrieve%26page%3D1%26fiscalyear%3Dnull%26koukaiComboFlag%3Dnull#trouble>,電気事業連合会
- 「関西電力(株)美浜発電所 2 号炉蒸気発生器伝熱管破損事故について」『原子力安全白書平成 5 年版』,P.286-288,1994
- 関西電力株式会社,「美浜発電所 3 号機 2 次系配管破損事故について(中間報告)」, 2004
- 中部電力,「浜岡原子力発電所 2 号機の手動停止について」
<http://www.chuden.co.jp/corpo/publicity/press2002/0525_1.html>,プレスリリース,2002
- 日本原子力発電株式会社,「敦賀発電所 1 号機の定期検査状況について(シュラウドサポート部の損傷)」
<<http://www.japc.co.jp/news/bn/h11/111210.htm>>,げんでん News,1999
- 日本原子力発電株式会社,「敦賀発電所 1 号機のシュラウドサポート損傷に係る原因と対策について」
<<http://www.japc.co.jp/news/bn/h12/120601c.htm>>,げんでん News,2000
- 三菱重工株式会社,「関西電力株式会社美浜発電所 3 号機二次系配管破損事故に関する報告書」
<http://www.mhi-ir.jp/sp_news/mihama/pdf/mihama02.pdf>,2005
- 「高速増殖原型炉「もんじゅ」ナトリウム漏洩火災事故について(報告)」『近代消防』No.470(臨時増刊号),近代消防社,P.124-133,2000
- 「動燃事業団・東海再処理施設アスファルト固化処理施設火災爆発事故」『近代消防』No.470(臨時増刊号),近代消防社,P.129-133,2000
- 『「常陽」メンテナンス建家火災の概要』,近代消防 No.488,近代消防社,P.89-91,2002
- 『核燃料サイクル開発機構大洗工学センター「常陽」メンテナンス建屋火災の概要』,月刊消防 No.272,東京法令出版,P.90-95,2002
- 日外アソシエーツ編集部,『平成災害史事典 平成元年～平成 10 年』,日外アソシエーツ(株),P.1,1999
- 中尾政之,『失敗百選-41 の原因から未来の失敗を予測する-』,森北出版,P.75-76,2005
- 中尾政之,『失敗百選-41 の原因から未来の失敗を予測する-』,森北出版,P.132-133,2005
- 読売新聞科学部,『ドキュメント「もんじゅ」事故』,(株)ミオシン出版,1997
- もんじゅ事故総合評価会議,『もんじゅ事故と日本のプルトニウム政策-政策転換への提言-』,七つ森書館,1997
- 田村昌三編,『化学物質・プラント 事故事例ハンドブック』,丸善,P.616-620,2006

- D&M 日経メカニカル、『事故は語る 1998-2003』,日経 BP 社,P.260-269,2003
- 読売新聞編集局、『青い閃光—ドキュメント東海臨界事故』,中央公論新社,2000
- 住田健二、『JCO 臨界事故体験 原子力とどうつきあうか』,筑摩書房,2000
- 七沢潔、『東海村臨界事故への道 払われなかった安全コスト』,(株)岩波書店,2005
- ASP 研究所,「8月のニュースから■熱交換機に構造欠陥／敦賀原発事故」
<<http://www12.plala.or.jp/asp/aspnews69.html>>,ASP ニュース Web 版 No.69,ASP 研究所,1999
- BNFL,『Fractured Pipe With Loss of Primary Containment in the THORT Feed Clarification Cell』,BNFL COMMERCIAL,2005

(2) 航空事例の参考資料一覧

- 航空輸送安全対策委員会、『第2回航空輸送安全対策委員会:資料2-1 安全上のトラブルの詳細分析』,国土交通省,2005
- 国土交通省、『羽田空港閉鎖滑走路における管制ミスに関する監察チームの中間報告及びこれを踏まえた今後の対策等について』,2005
- 航空事故調査委員会、『航空事故調査報告書:株式会社日本エアシステム所属ダグラス式 DC-9-41 型 JA8448 花巻空港』,航空事故調査委員会,1994
- 運輸省航空事故調査委員会、『中華航空公司所属エアバスインダストリー式 A300B4-622R 型 B1816 に係わる航空事故調査について(経過報告)』,1994
- 航空事故調査委員会,「航空事故調査報告書:中華航空公司所属エアバス・インダストリー式 300B4-622R 型 B1816 名古屋空港」
<<http://araic.assistmicro.co.jp/aircraft/download/bunkatsu.html#4>>,国土交通省,1996
- 航空事故調査委員会,「航空事故調査報告書:ガルーダ・インドネシア航空所属ダグラス式 DC-10-30 型 PK-GIE 福岡空港」<<http://araic.assistmicro.co.jp/aircraft/download/bunkatsu.html#3>>,1997
- 航空事故調査委員会,『航空事故調査報告書:日本航空株式会社所属ダグラス式 MD-11 型 JA8580 三重県志摩半島上空』,P.1-113,1999
- 航空・鉄道事故調査委員会,「航空事故調査報告書:日本航空株式会社所属 JA8904(同社所属 JA8546 との接近)」<<http://araic.assistmicro.co.jp/araic/aircraft/download/pdf/02-5-JA8904.pdf>>,2002
- 航空・鉄道事故調査委員会,「航空重大インシデント調査報告書:株式会社日本エアシステム所属 JA8565」<<http://araic.assistmicro.co.jp/araic/aircraft/download/pdf2/2003-3-JA8565.pdf>>,2003
- 航空・鉄道事故調査委員会,「航空重大インシデント調査報告書:株式会社日本航空ジャパン所属 JA8471、株式会社日本航空ジャパン所属 JA008D」
<<http://araic.assistmicro.co.jp/araic/aircraft/download/pdf/AI06-1-2-JA008D.pdf>>,国土交通省,2006
- 航空事故調査委員会,『航空事故調査報告書要旨』
- 名古屋地方裁判所,『H15.12.26 名古屋地方裁判所 平成7年(ワ)第4179号,平成8年(ワ)第1423号 中華航空エアバス式 B1816 機事故損害賠償請求事件』,2003
- 名古屋地方裁判所,『H16.5.27 名古屋地方裁判所 平成8年(ワ)第1433号 航空機事故損害賠償請求事件』,2004
- 最高裁判所,『平成14年(わ)第1091号 業務上過失致死傷被告事件 判決』,2004
- 中尾政之,「失敗知識 DB:名古屋空港で中華航空140便エアバス A300-600Rs が着陸に失敗炎上」
<<http://shippai.jst.go.jp/fkd/Detail?fn=0&id=CA0000621&kw=%C3%E6%B2%DA%B9%D2%B6%F5>>,科学技術振興機構
- 福岡市 消防局,「福岡空港におけるガルーダ・インドネシア航空機火災」,『近代消防』No.9,2000
- 全日空,『航空局説明資料:不具合 ADC SELECT により異なる巡航高度を飛行した件について』,2005
- 日本航空,『「警告書」(国空航第1187号/国空機1082号)に対する対応について』,P.10-12, P.45-48,2005
- (社)日本航空機操縦士協会(JAPA) 運行技術委員会,『航空機の揺れによる機内事故と機長の責任』,2003
- 日本乗員組合連絡会議,「<日乗連が解明した新事実!> 日本航空706便事故の真相に迫る」
<<http://www.jalcrew.jp/jca/706/706pamphlet.pdf>>,2004
- 日本乗員組合連絡会議,「JL706 便事故調査報告書」
<http://www.alpajapan.org/kannkoubutu/706report/706_tst_report.pdf>,1997
- 航空安全推進連絡会議、航空労組連絡会、日本乗員組合連絡会議,「123 便事故調査報告書にある事実隠しとは…」
<<http://www.alpajapan.org/kannkoubutu/jikobousi/INDEX.HTM>>,日本乗員組合連絡会議
- 『FLIGHT SAFETY』,No.78,P.43-56,1991
- 『FLIGHT SAFETY』,No.80,P.29-44,1992
- 『FLIGHT SAFETY』,No.82,P.25-36,1992
- 『FLIGHT SAFETY』,No.89,P.29-32,1993
- 『FLIGHT SAFETY』,No.91,P.18-25,1993

- 『FLIGHT SAFETY』,No.93,P.22-25,1994
- 『FLIGHT SAFETY』,No.94,P.32-36,1994
- 『FLIGHT SAFETY』,No.98,P.36-40,1995
- 『FLIGHT SAFETY』,No.103,P.27-32,1995
- 『FLIGHT SAFETY』,No.119,P.1-13,1998
- 『FLIGHT SAFETY』,No.123,P.26-39,1999
- 『FLIGHT SAFETY』,No.127,P.32-37,1999
- 『FLIGHT SAFETY』,No.130,P.41-42,2000
- 『FLIGHT SAFETY』,No.137,P.62-72,2001
- 『FLIGHT SAFETY』,No.143,P.23-29,2002
- 『FLIGHT SAFETY』,No.156,P.40-54,2004
- 『FLIGHT SAFETY』,No.004,P.68-76,2005
- 『安全飛行』,No.152,P.24-36,1991
- 『安全飛行』,No.164,P.2-14,1993
- 『安全飛行』,No.217,P.2-15,2002
- 『安全飛行』,No.232,P.2-11,2004
- 『安全飛行』,No.237,P.9-11,2005
- 加藤寛一郎,『墜落 第二巻 新システムの悪夢』,講談社,P.165-195,2001
- 加藤寛一郎,『墜落 第二巻 新システムの悪夢』,講談社,P.199-241,2001
- 加藤寛一郎,『墜落 第三巻 機体異常』,講談社,P.115-154,2001
- 加藤寛一郎,『墜落 第四巻 火災と爆破』,講談社,P.129-197
- 加藤寛一郎,『墜落 第五巻 エンジン損傷』,講談社,P.165-184,2001
- 加藤寛一郎,『墜落 第五巻 エンジン損傷』,講談社,P.185-206,2001
- 加藤寛一郎,『墜落 第七巻 衝突とニアミス』,講談社,P.111-159,2001
- 加藤寛一郎,『墜落 第七巻 衝突とニアミス』,講談社,P.161-230,2001
- 加藤寛一郎,『墜落 第八巻 離陸、瞬時の決断』,講談社,P.181-206
- 加藤寛一郎,『墜落 第九巻 着陸、危険な時間』,講談社,P.213-233
- 加藤寛一郎,『墜落 第十巻 人間のミス』,講談社,P.101-170,2002
- 加藤寛一郎,『墜落 第十巻 人間のミス』,講談社,P.197-244,2002
- デイビット・ゲロー,『人類は航空事故から何を学んできたか? 航空事故』,イカロス出版,P.212-214,1994
- デイビット・ゲロー,『人類は航空事故から何を学んできたか? 航空事故』,イカロス出版,P.214-215,1994
- デイビット・ゲロー,『人類は航空事故から何を学んできたか? 航空事故』,イカロス出版,P.215-216,1994
- デイビット・ゲロー,『人類は航空事故から何を学んできたか? 航空事故』,イカロス出版,P.217-218,1994
- デイビット・ゲロー,『人類は航空事故から何を学んできたか? 航空事故』,イカロス出版,P.218-219,1994
- デイビット・ゲロー,『人類は航空事故から何を学んできたか? 航空事故』,イカロス出版,P.227-229,1994
- 岡野正治,『事故のモニタージュ(VII)』,全日空,P.17-145,1997
- 岡野正治,『事故のモニタージュ(VII)』,全日空,P.146-218,1997
- 岡野正治,『事故のモニタージュ(VII)』,全日空,P.219-225,1997
- 岡野正治,『事故のモニタージュ(VII)』,全日空,P.226-269,1997
- 岡野正治,『事故のモニタージュ(V)』,全日空,P.260-283,1993
- 中尾政之,『失敗百選-41 の原因から未来の失敗を予測する-』,森北出版,P.165-167,2005
- 中尾政之,『失敗百選-41 の原因から未来の失敗を予測する-』,森北出版,P.278-280,2005
- 中尾政之,『失敗百選-41 の原因から未来の失敗を予測する-』,森北出版,P.301-302,2005
- 中尾政之,『失敗百選-41 の原因から未来の失敗を予測する-』,森北出版,P.303-304,2005
- 中尾政之,『失敗百選-41 の原因から未来の失敗を予測する-』,森北出版,P.333-334,2005
- 中尾政之,「失敗知識 DB:アメリカン航空ボーイングの墜落」
<<http://shippai.jst.go.jp/fkd/Detail?fn=2&id=CA0000293>>,科学技術振興機構
- 「花巻空港航空機火災」『近代消防』No.470(臨時増刊号),近代消防社,P.166-169,2000
- 米田憲司,『御巢鷹の謎を追う 日航 123 便事故 20 年』,(株)宝島社,P.240-241,2005
- 石橋明,『事故は、なぜ繰り返されるのか-ヒューマンファクターの分析-』,中央労働災害防止協会,P.145-152,2003

- 城山英明、村山明生、梶村功、「米国における航空事故をめぐる安全確保の法システム～日本への示唆～」、『社会技術研究論文集』Vol.1,P.149-158,2003
- 社団法人 日本損害保険協会、『予防時報』No.203,P.55,2000
- D&M 日経メカニカル、『事故は語る 1998-2003』,日経 BP 社,P.89-97,2003
- ネパール王国政府、『1992年7月31日発生のタイ航空 A310 TG311 便(HS-TID)事故に関する事故調査報告書』,1993
- NTSB <<http://www.nts.gov/ntsb/GenPDF.asp?id=DCA92RA019&rpt=p>>
- NTSB<<http://www.nts.gov/ntsb/GenPDF.asp?id=DCA92MA044&rpt=fa>、
<http://www.nts.gov/ntsb/GenPDF.asp?id=DCA92MA044&rpt=fi>>
- NTSB<<http://www.nts.gov/ntsb/GenPDF.asp?id=DCA96MA054&rpt=fa>、
<http://www.nts.gov/ntsb/GenPDF.asp?id=DCA96MA054&rpt=fi>>
- NTSB,『AIRCRAFT ACCIDENT REPORT』
- ATSB,『Boeing 747-438,VH-OJH Bangkok,Thailand』,1999
- ASC,「ASC-AAR02-04-001」『AVIATION SAFETY』,2000
- 「Conclusions from report on CFIT accident near Kathmandu」『ICAO JOURNAL』VOLUME 48,No.7,P.23-26,1993
- Dr.Brain Stimpson,P.Eng,『Operating Highly Complex and Harzardous Technological Systems Without Mistakes:The Wrong Lesson from ValuJet 592』
- U.S.NEWS,『SPECIAL VALUJET:The Crash of Flight 592—One eve of ValuJet crash report,safety measures not in place』,U.S.NEWS,1997

(3) 鉄道事例の参考資料一覧

- 国土交通省,「JR東日本に対する立入検査の結果について」
<http://www.mlit.go.jp/kisha/kisha03/08/081217_.html>,2003,
- 国土交通省,「鉄道輸送の安全確保について(警告)」
<http://www.mlit.go.jp/kisha/kisha05/08/081226_2/01.pdf>,2005
- 国土交通省,「西日本旅客鉄道(株) 福知山線における列車脱線事故について」
<<http://www.mlit.go.jp/fukuchiyama/index.html>>,2005
- 鉄道事故調査検討会,「帝都高速度交通営団日比谷線中目黒駅構内列車脱線事故に関する調査・中間報告」<http://www.mlit.go.jp/kisha/oldmot/kisha00/koho00/tyukan_.html>,国土交通省,2000
- 鉄道事故調査検討会,「帝都高速度交通営団日比谷線中目黒駅構内 列車脱線衝突事故に関する調査報告書」<<http://www.mlit.go.jp/kisha/oldmot/kisha00/koho00/images/hibiya1.pdf>>,国土交通省,2000
- 航空・鉄道事故調査委員会,「鉄道事故調査報告書:西日本旅客鉄道株式会社東海道線塚本駅構内鉄道人身障害事故」<<http://araic.assistmicro.co.jp/araic/railway/report/03-5-1.pdf>>,国土交通省,2003
- 航空・鉄道事故調査委員会,「西日本旅客鉄道株式会社福知山線列車脱線事故に係る鉄道事故調査について(経過報告)」
<<http://araic.assistmicro.co.jp/araic/railway/report/経過報告2.pdf>>,国土交通省,2005
- TASK・鉄道安全推進会議,『新幹線三島駅事故の調査と提言』,1996
- TASK・鉄道安全推進会議,「新幹線三島駅事故の調査と提言」
<http://www.tasksafety.org/jiko/jiko.mishimasta.htm>
- TASK・鉄道安全推進会議,「JR東日本 大月駅事故に関する声明」
<<http://www.tasksafety.org/jiko/jiko.otsuki.htm>>
- TASK・鉄道安全推進会議,「JR西日本福知山線事故についての声明」
<<http://www.tasksafety.org/jiko050425/seimei050426.pdf>>,2005
- TASK・鉄道安全推進会議,「山陽新幹線の連続トンネル事故に関する見解」
<http://www.tasksafety.org/jiko/tunnel.htm>
- TASK・鉄道安全推進会議,「平成14年11月6日発生の事故について」
<http://www.tasksafety.org/jiko/jikojr021106.htm>
- 地裁民事判決,「大阪地裁判決要旨」<<http://www.tasksafety.org/shigaraki/youshi.htm>>
- 高裁民事判決,「H14.12.26 大阪高等裁判所 平成11年(ネ)第1954号,同年(ネ)第1955号,平成13年(ネ)第449号損害賠償請求控訴」
<<http://court.domino2.courts.go.jp/kshanrei.nsf/c1eea0afce437e4949256b510052d736/5b18e41543d8d4ca49256caf00171fc4?OpenDocument>>
- 下級裁主要判決情報,「H17.1.13 福井地方裁判所 平成14年(わ) 第321号 業務上過失往来危険、業務上過失致死傷被告事件」
<<http://court.domino2.courts.go.jp/kshanrei.nsf/webview/063CAC796683BAFE49256FAA00288D3E/?OpenDocument>>
- 「重大事故一覧」,『交通安全白書 平成6年版』,P.259,1994
- 消防庁,「中目黒駅列車脱線事故概要について(最終報)」
<<http://www.fdma.go.jp/data/010409211634561988.pdf>>,2000
- 消防庁特殊災害室,「韓国大邱(テグ)市における地下鉄火災現地調査」,『近代消防』No.510,近代消防社,P.56-57,2003
- 尼崎市消防局,『JR 福知山線列車脱線事故 消防活動概要』,2005
- 足立区,「東武伊勢崎線竹ノ塚駅付近における緊急踏切対策について」
<http://www.city.adachi.tokyo.jp/001/pdf/d08000016_1.pdf>,2005
- 東京都,「東武伊勢崎線竹ノ塚駅付近における緊急踏切対策について」
<<http://www.metro.tokyo.jp/INET/OSHIRASE/2005/04/20f4m700.htm>>,2005
- 國島正彦、石原行博,「失敗知識 DB:JR 西日本新幹線トンネルにおけるコンクリート剥落」
<<http://shippai.jst.go.jp/fkd/Detail?fn=2&id=CD0000130>>,科学技術振興機構
- 中尾政之,「失敗知識 DB:高速列車 ICE の脱線転覆」
<<http://shippai.jst.go.jp/fkd/Detail?fn=2&id=CA0000637>>,科学技術振興機構

- 鈴木健,「英仏海峡トンネルで発生した火災の概要」,『火災』No.228,(社)日本火災学会,P.42-46,1997
- 栗岡均,「トンネル火災事故と今後の課題」,『火災』No.236,(社)日本火災学会,P.5-10,1998
- 山田常圭、渡部勇市,「オーストリアケーブル火災の概要」,『火災』No.251,(社)日本火災学会,P.23-28,2001
- 鈴木健,「英仏海峡トンネル火災について」,『安全工学』No.198,安全工学協会,P.191-193,1997
- 松下博通,「コンクリート構造物の初期欠陥および劣化のメカニズム」,『安全工学』No.217,安全工学協会,P.234-246,2000
- 佐藤国仁,「2000年3月の地下鉄日比谷線中目黒駅構内での脱線衝突事故とその教訓」,『安全工学』No.223,安全工学協会,P.249-255,2001
- 古川浩,「「日比谷線中目黒駅構内列車脱線衝突事故」に関する原因の解明とその考察」,『安全工学』No.232,安全工学協会,P.68-77,2003
- 河田恵昭,「ドイツの高速列車事故から学ぶ危機管理」,『土木学会誌』Vol.84 No.7,P.38-41,1999
- 内田雅夫,「地下鉄日比谷線脱線事故の原因調査」,『土木学会誌』Vol.85 No.10,P.71-73,2000
- 辻本誠,「韓国地下鉄火災が投げかけた課題」,『建築防災』No.307,(財)日本建築防災協会,P.53-56,2003
- 金沢大学 鉄道・交通機械工学(永瀬)研究室,「JR特急あずさの衝突事故の問題点を探る」
<<http://www2.kanazawa-it.ac.jp/knl/nagase/comment4.html>>
- 金沢大学 鉄道・交通機械工学(永瀬)研究室,「ドイツ新幹線惨事の背景」
<<http://www2.kanazawa-it.ac.jp/knl/nagase/comment5.html>>
- 金沢大学 鉄道・交通機械工学(永瀬)研究室,「続発する欧州の高速鉄道事故」
<<http://www2.kanazawa-it.ac.jp/knl/nagase/comment18.html>>
- 金沢大学 鉄道・交通機械工学(永瀬)研究室,「英国鉄民営化の壮大な実験終わるー英国の鉄道技術と技量は荒廃の極にー」
<<http://www2.kanazawa-it.ac.jp/knl/nagase/comment16.html>>
- 東武鉄道,「竹ノ塚踏切事故に関する安全対策の推進について」
<<http://www.tobu.co.jp/news/2005/10/051031.pdf>>,2005
- 東武鉄道,「ー東武伊勢崎線竹ノ塚における緊急踏切対策ー伊勢崎線第37号踏切直近の歩道橋を使用開始いたします」
<<http://www.tobu.co.jp/news/2006/3/060308.pdf>>,2006
- 東武鉄道「東武伊勢崎線竹ノ塚駅付近における緊急踏切対策について」
<<http://www.tobu.co.jp/news/2005/04/050422.pdf>>,2005
- 西日本旅客鉄道株式会社,「安全性向上計画」
<http://www.westjr.co.jp/news/newslst/article/pdf/050531a_01.pdf>,2005
- 『京都新聞』,「赤信号で走った列車<リポート>・信楽高原鉄道事故の真相」
<http://www.kyoto-np.co.jp/kp/special/shigaraki/shigaraki_index.html>
- 『福井新聞』特集記事,「錆びたレール 京福電車衝突事故(上)・(中)・(下)」,2001.12.20~22
- 『福井新聞』特集記事,「京福電鉄衝突事故判決」,2005.12.17
- 『福井新聞』特集記事,「京福電車衝突事故・緊急連載」,2001.6.26~28
- 『神戸新聞』,「尼崎JR脱線 事故はなぜ起きた」
<http://www.kobe-np.co.jp/news_now/jr_ama/ama_why.html>,2005
- 『神戸新聞』,「脅かされた安全」
<<http://www.kobe-np.co.jp/rensai/200505JR/index.html>>,2005
- 『読売新聞』,「安全は取り戻せるか<1>~<3>」
<<http://osaka.yomiuri.co.jp/tokusyuu/dassen/jd60417b.htm>>,2006
- 『朝日新聞』,『毎日新聞』,『産経新聞』,『読売新聞』,2005.5.24~2006.2.20
- 中尾政之,『失敗百選ー41の原因から未来の失敗を予測するー』,森北出版,P.101-102,2005
- 中尾政之,『失敗百選ー41の原因から未来の失敗を予測するー』,森北出版,P.118-120,2005
- 中尾政之,『失敗百選ー41の原因から未来の失敗を予測するー』,森北出版,P.196-197,2005
- 中尾政之,『失敗百選ー41の原因から未来の失敗を予測するー』,森北出版,P.198-199,2005
- 中尾政之,『失敗百選ー41の原因から未来の失敗を予測するー』,森北出版,P.270-271,2005
- 中尾政之,『失敗百選ー41の原因から未来の失敗を予測するー』,森北出版,P.284-285,2005
- 中尾政之,『失敗百選ー41の原因から未来の失敗を予測するー』,森北出版,P.288-289,2005
- 中尾政之,『失敗百選ー41の原因から未来の失敗を予測するー』,森北出版,P.309-311,2005
- 中尾政之,『失敗百選ー41の原因から未来の失敗を予測するー』,森北出版,P.312-313,2005

- 中尾政之,『失敗百選－41 の原因から未来の失敗を予測する－』,森北出版,P.322-324,2005
- 中尾政之,『失敗百選－41 の原因から未来の失敗を予測する－』,森北出版,P.327-329,2005
- 中尾政之,『失敗百選－41 の原因から未来の失敗を予測する－』,森北出版,P.329-330,2005
- 柳田邦男,「ハイテク新幹線の意外な落とし穴」,『Security』Vol.66,P.18-19,1992
- 網谷りょういち,『信楽高原鐵道事故』,日本經濟評論社
- 鈴木哲法,『検証 信楽列車事故 鐵路安全の教訓』,京都新聞出版センター,2004
- 信楽列車事故遺族会・弁護団編著,『信楽列車事故 JR 西日本と闘った 4400 日』,現代人文社,2005
- 佐藤潤太,『鐵道事故と法』,文芸社,P.244-278,2005
- 村上處直,「災害時の正しい状況認識の共有の大切さ」,『Security』Vol.66,P.28-29,1992
- 久保田博,『鐵道重大事故の歴史』,グランプリ出版,P.170,2000
- 大平誠,「2つの鐵道事故取材から」,『Security』No.73,P.52-55,1994
- 吉村秀實,『Security』No.83,P.18-19,1996
- 久保田博,『鐵道重大事故の歴史』,グランプリ出版,P.165-166,2000
- 久保田博,『鐵道重大事故の歴史』,グランプリ出版,P.166,2000
- 久保田博,『鐵道重大事故の歴史』,グランプリ出版,P.171,2000
- 「特集 事故はこうして起きた」,『日経コンストラクション』No.245,日経BP社,P.44 - 59,1999
- 「運行ダイヤの確認怠り5人が死亡」,『日経コンストラクション』No.236,日経BP社,P.42,1999
- 『予防時報』No.207,P.56,2001
- D&M 日経メカニカル,『事故は語る 1998-2003』,日経 BP 社,P.114-134,2003
- 「事故は語る 高架工事トラブルで JR 中央線止まる」,『日経メカニカル』No.590,日経 BP 社,2003
- 山田常圭、鄭炳表,「大邱地下鉄中央駅火災の概要」,『火災』No.263,(社)日本火災学会,P.1-8,2003
- 山田常圭、鄭炳表,「特集 韓国地下鉄火災の惨状(1)」,『近代消防』No.504,近代消防社,P.17-36,2003
- 青野文江,「特集 韓国地下鉄火災の惨状(2)」,『近代消防』No.505,近代消防社,P.17-29,2003
- 川島令三,『なぜ福知山線脱線事故は起こったのか』,(株)草思社,2005,
- 日経ビジネス,「JR 西日本、ブレーキなき組織の暴走体質」,日経 BP 社,2005
- 伊藤和明,「時の視点 ドイツICEの事故」,『近代消防』No.444,近代消防社,P.35-37,1998
- 植村哲士,「英国国鉄民営化のその後にみる社会資本管理への示唆」,『NRI パブリックマネジメントレビュー』Vol.21,P.1-9,2005
- 米山徹幸,「英国鐵道民営化の蹉跌」,『大和インベスター・リレーションズ・IR の話題』No.0096,2001
- クリスチャン・ウルマー,『折れたレール イギリス国鉄民営化の失敗』,ウェッジ,2002
- 「海外トピックス[鐵道事故]」,『日経コンストラクション』2005年11月25日号,日経BP社
- 「オーストリアのケーブルカー火災の概要」,『近代消防』No.480,近代消防社,P.93-95,2001
- World Socialist Web Site,「The terrible cost of privatisation」,1998
- Anthony J. Sebok,「Find Law Forum:The difference punitive damages make」,2001
- DANGER AHEAD ! ,「Special Feature Eschede,Germany ICE High Speed Train Disaster」
- IAN JACK,『THE CRASH THAT STOPPED BRITAIN』,Granta Books,2001
- HSE,「First HSE interim report:TRAIN DERAILMENT AT HATFIELD,17 OCTOBER 2000」,2000
- HSE,「Second HSE interim report:TRAIN DERAILMENT AT HATFIELD,17 OCTOBER 2000」,2001

無事故組織に関する情報抽出結果

日化協安全表彰受賞事業所における安全対策・活動抽出結果(1)

第1回(1977年)

1-1) 帝人・松山

- * 全体としての目標と、課・係単位にブレイクダウンした目標設定
- * 目標設定は、毎年1回実施
- * 自主的な計画・目標策定
- * 計画・目標達成を自己評価
- * 全社的提案制度あり
- * 提案を審査、ランク付けして工場全体に広報、優秀なものには奨励金
- * 実施できる提案は必ず実施を義務づけ
- * 協力会社にも厳重な教育訓練・作業管理・入退場管理
- * 協力会社作業員に、教育訓練後に免許証を発行、免許なしでは作業させない(火気作業等)
- * 作業開始前ミーティングで新聞に出た事故・災害を必ず話題にさせる
- * 人事考課の評定項目に「安全」あり

1-2) 東亜合成化学工業・徳島

- * 目標設定、重点実施項目を作成
- * 目標設定は年度ごと
- * 工場長巡視、管理職報告会、発表会・研修会による小集団活動のフォローアップ
- * 誤操作防止の指針策定・励行
- * 現在の規定・基準類を実態に即するよう見直し、追加、体系化
- * 従業員の交通災害撲滅も目標
- * 実被害は軽微だが重大な災害につながるおそれがあった事故を、あえて「休業災害」として無災害記録を中断
- * 毎日の作業を黒板に書きだし、すべて責任者を明示
- * 指差呼称の励行・定着
- * 協力会社に保安規程を整備させ、作業管理・教育訓練
- * 規定の安全教育を受けない者は入門を認めず
- * 毎月1回、災害防止協議会を開き、工場-協力会社間意思疎通
- * 土木・電気等の専門的会議を開催、専門家を加えて協議

1-3) 日本合成ゴム・鹿島

- * 工場の基本方針あり
- * 基本方針は毎年若干変えている
- * 各課・係2名ずつの安全推進委員が安全対策項目を策定
- * 安全推進委員は半年～1年で交代、全従業員に自覚を持たせる
- * 労使同数の安全衛生委員会を活用し、意思疎通を図る
- * 工場同士の連絡会で、安全対策重点項目について話し合い・事故事例発表
- * 本社の安全対策本部として工場に安全査察
- * 事故時の消防隊出動に備え、守衛所の構内地図に作業箇所を掲示
- * 協力会社同士で相互災害防止保安協議会設置

1-4) 日本農薬・東京

- * 工場の基本方針、安全目標あり
- * 安全衛生委員会規定にすべて則って安全衛生を推進
- * 安全行動を各職場で検討
- * 本社・環境対策本部が各工場を年2～3回防災点検
- * 提案表彰制度あり
- * 工場安全衛生委員会、職場安全衛生委員会を定期開催
- * 毎週1回安全パトロール実施
- * 毎日の職場毎朝礼で安全一ロメモを唱和して意識高揚
- * 職制による毎月1回の防災点検

1-5) 三井東圧化学・大竹

- * 社長を長とする保安対策本部が会社の基本方針策定
- * 保安対策本部より、内外で事故が起こった時などに保安点検を指示
- * 年1回、トップによる各工業所の保安監査
- * 7工業所の代表が集まり意見発表する保安会議あり
- * 安全目標の設定あり
- * 職場内の保安教育を最重点で実施
- * 静電気事故防止対策の規程類整備を部会を設けて成案
- * 老朽化設備の計画的更新
- * 協力会社作業員にチームを組ませ、所定の保安教育修了者を班長に任命
- * 写真入りパスポート所持者以外は入門させない
- * 毎日の安全朝礼で5項目の安全誦、課長が安全対策の話

第2回(1978年)

2-1)三井石油化学工業・岩国大竹

- * 社長をトップとする保安本部会議から各職場の職場安全委員会まで各段階に会議体
- * 運転員には、入社時に加え、約2年おきに保安テーマの集合教育
- * 作業責任者に対する保安テーマの集合教育は合計90～100時間
- * 各ライン管理でOJT主体の教育カリキュラム(5段階教育)、個人カードで教育状況管理
- * プラント新設・大改造時は、着工前に安全会議で検討
- * プラントのパトロールで人間の五感による異常検知
- * 作業員が講師になって1対1でライン教育
- * 本社の保安担当常務が出席し、保安実績説明会を毎月開催(全課長も出席)
- * 保安実績説明会で報告されたヒヤリ事象を解析し、本社から方針提示・助言
- * トラブルがあると必ず対策会議に保安スタッフが入って対策を検討
- * 各プラントにヒヤリメモを置きヒヤリ事故を記載、製造部スタッフが収集
- * 専門知識吸収のため、大学教員を招いた化学工業セミナーで集中講義
- * 人事考課で保安教育、法定資格等を考慮して格差付け
- * 職場毎の安全衛生委員会で潜在危険源の摘出・提案吸い上げ
- * 吸い上げた潜在危険源を改善して処理
- * ルール厳守運動として、2カ月に1回程度、統一テーマで実施
- * 協力会社の作業員にも初期教育実施、受講者以外は入門禁止

2-2)大阪瓦斯・泉北

- * 会社の方針の最重点項目として保安の確保
- * オペレーターが設備・プロセスを十分理解するよう数ヶ月の集中教育と現場OJT
- * 管理監督者、安全担当者、工事責任者、保安要員、協力会社責任者等による現場パトロールで監視
- * 工事状況その他各係の連絡を要する事項は必ず事前に書類連絡
- * 毎日午後1時から15分程度、係長以上の会議により、情報漏れのないよう配慮
- * 停電時など非定常時処置訓練を毎月実施
- * 保安総点検週間を設け、本社設計担当、他製造所同種プラントからも参加して見直し検討
- * 他の製造所のハット・ヒヤリ事例研究を迅速に実施
- * グループ活動による作業改善の中で、保安問題の改善を実施
- * プラント停止時の保全作業をオペレーター主体で実施し、ハードを理解
- * 工場全員参加規模、夜間・休日想定、基本訓練など3段階の消防訓練を定期的にも実施

2-3)東亜合成化学工業・名古屋

- * 全社的な操業基準の整備・見直し
- * 各部門の集まる防災検討会議による変更・開発段階の安全確認
- * 工場長が末端の会議に参加
- * 作業長の交流会による職場間の交流
- * 作業長中心の小集団活動(ゼロ災害全員参加運動)で、各人に自由に意見を出させる
- * 誤操作防止委員会を設置して誤操作の要因を整理
- * 指差呼称の推進
- * 工場長が現場の作業長と定期的に懇談し、やる気向上
- * 1年間無災害が続いた職場に安全小旗授与
- * 各職場で自発的にヒヤリ事故の収集・対策を実施

2-4)日産化学工業・袖ヶ浦

- * 休業災害・不休業災害ゼロが目標
- * 全員参加によるゼロ災運動推進
- * 重点項目を挙げ、それをさらに分類して月別展開・強調
- * 本社が主体となった保安推進本部のパトロール
- * 職場毎の重点項目実施状況相互チェック
- * 緊急安全委員会の設置
- * 安全常会の毎月開催
- * 安全衛生大会など社外講習会への参加
- * 安全大会では、各職場の自主的な年間計画を発表
- * 各職場の年間計画発表は全員が参加するよう1回発表したら発表しない
- * 全社の工場査察を実施、そこに各工場の職長も参加
- * 安全標語、安全クイズ、安全パズルなど、絶え間なく目先を変えて安全活動を推進
- * 事故が起こるとその日のうちに緊急対策委員会を開催し、現場で事故を再現

日化協安全表彰受賞事業所における安全対策・活動抽出結果(3)

第3回(1979年)

3-1) 日本合成ゴム・鹿島

- * トップの安全指針をフォローするためスローガンとして、無災害運動が歴代継承、3ゼロ(無事故・無災害・無公害)運動に
- * 3S運動(整理・整頓・清掃)12カ月計画で、各職場毎に目標を立てて実施
- * 月例工場長パトロール制度による指摘改善
- * 各課・プラントごとの相互チェック

3-2) 昭和電工・川崎

- * 全員参加安全活動の導入・推進
- * 危険予知訓練(KYK)を導入

3-3) 積水化学工業・京都

- * 会社トップから職場作業者まで各自が安全点検を実施、ヒヤリ事故予見
- * 安全点検による指摘事項を確実に処理
- * 資格所有者・ベテランへの反復訓練

3-4) 帝人・三原

- * 現場の随所に写真・イラスト入りで標準動作、危険作業、警告等を掲示

3-5) ライオン油脂・東京

- * QCサークルで安全関係のテーマを取り上げて実施
- * 改善提案・発表
- * 安全スライドの自主制作
- * 新しい設備の導入時に安全点検要領書という形で安全アセスメント実施
- * パートも含めたステップ別の安全教育
- * 安全監査を実施

3-6) 三井ポリケミカル・大竹

- * マンネリ防止のため、安全一般に関する読書と感想文
- * 安全に関するアンケート調査実施
- * 中央安全衛生委員会で一般オペレーターも含め毎回1人ずつ発表
- * スライド自作、安全ガイドブック作成
- * コンパクトなポケット版の「オペレーティングハンドブック」を配布、持たせる
- * 事例カードを計器室に備え、非常時の対応に役立てる
- * 過去の事故当日を反省の日として、安全大会を実施
- * オペレーターの多能化、保全部門・運転部門の交流を実施

第4回(1980年)

4-1) 帝人・三原

- * 全社としての安全憲章とも言える3項目
- * 小集団活動の活性化による安全意識向上
- * 第一線監督者を含む管理者のパトロール濃密化
- * 危険予知予防活動の重点推進
- * 小集団活動でハット・ヒヤリ等を抽出、係全体で総合して問題点抽出
- * 安全に関する各期・各課毎のプロジェクト管理(目標設定・推進管理)

4-2) 宇部興産・宇部ラクタム

- * OJT、危険予知トレーニングなど安全教育を繰り返し実施
- * 改善提案活動の中で、安全に関する提案の月間を設定
- * 毎月1回、現場を指定して緊急時処置訓練
- * 運転担当者もプラント建設に早くから参画、運転員の意見を聞いたプラント建設

4-3) 帝人・愛媛

- * 小集団活動を利用し改善提案
- * 全員に想定災害を提案させ、全員で解決策を検討
- * 各課別に災害の起こりそうな10箇所を「ワーストテン」として教え上げ共通認識化
- * 相互安全診断を実施
- * 新人向け安全教育マニュアルを完成
- * 運転員に配管図等を全部暗記させ、試験をやって定期的にチェック
- * 個人別の関連教育受講履歴記録、習熟度チェック

4-4) 東海カーボン・田ノ浦

- * 管理者による毎日パトロールの実施
- * 危険予知訓練の導入(手引き作成、訓練実施)
- * 整理・整頓・清潔・清掃・植樹・散水の6S運動

日化協安全表彰受賞事業所における安全対策・活動抽出結果(4)

4-5) 日立化成工業・結城

- * 全社の保安監査委員会を作り、年2回、各工場を相互監査
- * 保安監査委員会の相互監査結果を役員会に報告、各工場の活動指針を再提出
- * 新規設備導入時には事業所内の保安監査委員会が安全確保をチェック
- * 事業所内の保安監査委員会に強い権限付与(生産停止になっても修理等を指示)
- * 小集団活動による提案運動
- * 新規導入機械は、担当の組長が使えないと現場に渡さない

4-6) 松本油脂製薬・本社、本社工場

- * 社長直属の総括安全衛生管理者を設置、そのスタッフとして専任安全管理者制度を採用
- * 専任安全管理者に予算枠を与えて安全管理の大幅な権限委譲
- * 設備点検の他、従業員で組織する保安員が2時間置きに保安点検を実施
- * 設備等を識別するための表示の徹底
- * 専任安全管理者による、各職場ごとに月1回の安全教育
- * 毎日の始業時教育における安全教育
- * ヒヤリメモ制度・安全勧告書制度
- * 安全衛生委員会(事業所・全社)での課題対応、実施報告
- * 標準製造法の中で、生産作業標準のほか、安全作業基準、緊急時の措置方法等も明記して教育
- * 1カ月を3旬に分け、3旬目を設備保守点検・技術的教育期間と位置づけ
- * 設備機械の安全点検結果チェックを専任安全管理者が実施
- * 専任安全管理者が毎月職場教育計画を立案、毎日30分～1時間の安全教育実施
- * 年1回、専任安全管理者と担当係長が保安員の一般教育および現地教育実施
- * 高圧ガス・危険物の国家資格受験を義務づけ、安全衛生法関係の資格取得を推奨

第5回(1981年)

5-1) 帝人・愛媛

- * 小集団活動で各課の想定災害事故を摘出、対策検討
- * 各課でワーストテンを登録、逐次これをつぶす
- * 職長候補教育重視(ライン監督者教育など)
- * 当初は安全主体だった提案活動を工程安定化、改善、省エネルギー等に広げて実施
- * 半年間のプロジェクトにより、各課の優秀な技術者が他課を安全診断
- * 職長候補段階で2年間の教育実施
- * 職長に対しては、異常処置について年1回テスト実施(70点以上でなければ再試験)
- * 「今日は調子が悪い」を自己申告、周囲が気をつける

5-2) 第一製薬・大阪

- * 設備設計段階から安全アセスメント実施
- * 危険予知訓練の徹底
- * グループ活動による相互啓発
- * アイディア提案制度
- * 各部門から出たパトロール者による専任職場パトロールを実施し安全見直し
- * 職場安全会議の運用
- * 改善提案は、関所を設けず自由に出せるよう、課長・部長を通さず総務部に直接提出
- * 教育成果を測定するため、受講者に対しアンケート実施

5-3) 大日精化工業・東京

- * 消防訓練の徹底実施
- * 第一線監督者に対する6日間の強制的な教育
- * 長い歴史のある小集団活動のTC(thinking circle)活動

5-4) 日産化学工業・富山

- * KYT、OJTなど各種手法を用いた教育
- * Ai運動と名付けた改善提案活動の中で、定期修理前には安全を特別テーマ
- * 非定常作業では、開始前、着手前(現地)、終了後に各3分打合せ(3・3・3運動)
- * 教える者が一番勉強するため現場作業長・班長が教育テキスト作成

5-5) 日本化薬・王子

- * 工場長方針のトップ項目として、毎年「安全操業体制の見直し・定着」掲げる
- * 2つの安全プロジェクト(操作基準類の見直し、防災体制の見直し)を発足
- * 危険予知訓練の実施
- * 自主的な防災訓練を非常に頻度多く実施
- * 安全に関する提案を審査委員会にかけて評価、表彰
- * 新製品導入・設備新設等の際に事前安全審査を実施

日化協安全表彰受賞事業所における安全対策・活動抽出結果(5)

5-6) 日本ユニカー・川崎

- * 安全第一をモットーとして各種対策
- * 小集団活動により作業標準を作成、チェック
- * 小集団活動によるヒヤリメモ、安全問題の検討
- * 提出された潜在摘出カードは、各段階で対応実施、必ず本人に回答を付して返却
- * 相互安全査察制度を構築、他部門による査察実施

第6回(1982年)

6-1) 日本合成ゴム・四日市

- * 4S運動(整理・整頓・清掃・しつけ)実施、自己申告をさせてパトロールで申告点を確認
- * 各課ごとに様々な自主安全推進活動を実施、自主的に点数制で評価
- * 4S運動、自主安全推進活動の採点結果が年度末に集計され、表彰
- * 保安規定類など決められたことを確実に守るよう教育
- * 社長、本社役員、各事業所管理職による年1回の安全査察
- * 様々な基準を設けた無災害表彰
- * 定期修理に入る前に、工場長以下各部課長、工事担当者、協力会社など多数参加し「安全の誓い」
- * 不休災害も含め、災害発生時には工場長も参加する「労災反省会」開催

6-2) 協和発酵・宇部

- * 工場保安全管理の憲法とも言える「工場保安基本規定」は、工場長自らの執筆で制定、実施
- * ゼロ災活動における潜在危険摘出、ヒヤリ・メモ報告、危険予知訓練
- * 個々人の意識改革・積極的参加を主眼としたKIC (Kyowa Innovation Circle) 運動実施
- * 設備保安対策として独自のセーフティアセスメントを実施
- * 自主保安検査基準を設定し、設備検査を強化
- * 協力会社に対しては入構者全員に安全教育を義務づけ
- * 訓練によりゼロ災インストラクターを設け、各職場に配備
- * 全社統一したセーフティアセスメント基準を策定、評価

6-3) 帝人・徳山

- * 毎年、工場長方針のトップに安全確保を掲げる
- * 「安全はすべてに優先する」という経営理念
- * 全社的な危険度評価・防災診断の実施
- * 他者の災害事例による自社工程の見直し
- * 想定災害事故による非常処置訓練
- * 小集団活動、提案制度を用いた活性化
- * 危険予知訓練の実施
- * 個人の不安全行為・不安全作業を指摘し合う「相互啓発制度」で、要因分析し対策を実施
- * 人事考課の職務評価項目の中に、安全意識項目あり(全100点のうち10点)

6-4) 帝人化成・松山

- * 「人命尊重と安全確立が企業存立の基盤」という安全の基本理念を掲げる
- * 設備増設時に安全対策に力を入れ従業員全員の意見を集約、トップの安全思想が浸透
- * 工場の月度安全衛生目標に対し、小集団活動による職場の実施計画を策定
- * 小集団活動定着のため、2カ月毎に工場トップ、組合支部長等が同席しヒアリング、評価(採点)
- * 毎年、無災害記録の目標設定
- * ハット・ヒヤット対策運動により、互いに危険な場所・動作を注意し合う
- * 市販の安全衛生シートを毎週のミーティング材料として活用
- * 提案活動で安全提案を収集
- * 安全週間で災害を起こした体験者が体験談発表
- * 大事故の発生時、現場に表示板を設置し事故の状況を掲示

6-5) 丸善石油・堺

- * 危険予知訓練、ヒヤリ・メモ制度の導入、潜在危険要因排除活動を重点とした全員参加の安全活動
- * 設備の新增設改造時における安全点検制度導入
- * 製油所の指針として「無事故無災害を貫こう」のスローガン
- * 工事・非定常作業開始前の危険予知ミーティング
- * 年2回以上の実技防災訓練実施
- * ポスター、安全シートなどの表彰
- * マニュアル勉強会、現場でのワンポイントレッスンの実施
- * 定期整備時には、下請け・孫請けの監督者の安全教育を実施、監督者に教育させ内容確認

日化協安全表彰受賞事業所における安全対策・活動抽出結果(6)

6-6) 三菱油化・四日市

- * 「安全は企業存立の基盤」という全社的な安全理念(S52制定)
- * ヒヤリハット運動、危険予知訓練導入
- * 各職場に安全委員を配置、安全活動を展開
- * 作業前のワンポイントKY(危険予知)を実施
- * 労働無災害表彰制度で工場長自ら現場に出向いて表彰
- * 毎月10日を「安全の日」と定めて何らかの行事を実施
- * 小規模工事では、施設所管課、工事担当課、防災安全課、協力会社担当者による工事安全対策会議
- * 施設等新設変更時には、副所長を班長とする点検班を設け、安全点検基準に基づき安全性検討
- * 定期整備時には協力会社と一体となった定期整備保安管理本部を構築
- * 他社の事故を見て安全総合見直し制度を発足、年2回、共通テーマを定めて全事業所的に見直し

第7回(1983年)

7-1) 帝人・徳山

- * コンビナート事故多発期に、安全面の総点検「セイフティ・トクヤマ運動」
- * 係長クラスを各現場の安全衛生推進員に任命、スタッフとラインの連携強化
- * 危険作業の安全対策として、ワースト10運動(危険を抽出し対策)
- * 「安全はすべてに優先し、安全はラインの責任、技術生産と安全は一体」という全社理念
- * 爆発火災については、全社的に防災診断で定期的チェックを繰り返す
- * 他社災害事例、想定災害から異常処置訓練を実施
- * 提案活動の中で、安全提案の強調月間を設けて実施
- * 中央制御室から現場に対しワンポイント指示(注意喚起)
- * マンツーマンによる安全教育の実施
- * 異常処置の想定訓練を実施し、その結果を作業標準・設備等にフィードバック
- * 全社的に「防災診断要領書」を策定、防災診断を実施し対策を検討

7-2) 日本触媒化学工業・川崎

- * 安全に関する基礎を身につけるため「安全10原則」制定
- * 非常作業のため「定形外作業要領」を制定、すべて許可制
- * コンビナート事故多発期に「安全は生産に優先する」と社長通達
- * 役員自ら教育資料執筆、各工場を回って管理職を対象に講義
- * 交代勤務の重複時間を利用した安全作業要領・作業標準見直し
- * 管理者のレベルアップのためトレーナー養成
- * 各職場から保安員を出し、半年間自主的な労働災害防災活動推進(安全衛生推進制度)
- * 自社開発技術については、各段階で保安検討委員会、保安委員会などによる技術的検討

7-3) 新日本製鉄化学工業・君津

- * 「永久無災害達成」を合い言葉
- * 危険予知の個人レベルのチェック指導
- * マンネリ化防止のため、やり方を変えた危険予知の導入(短時間危険予知)
- * 工場内の第三者としてスタッフによる安全診断実施
- * 年1回、副社長・各製造所長による巡視を実施
- * 「ごあんぜんに」の挨拶活動
- * 新任者には先輩が1対1で面倒を見る「安全コーチャー制度」
- * 交通事故対策のため、違反を続けた協力会社は入構禁止措置

7-4) 日本合成ゴム・千葉

- * 危険予知訓練の推進、ヒヤリハットの摘出と対策
- * 協力会社の安全教育強化
- * 社長、工場長、課内パトロールによる指摘事項は、安全衛生推進会議で対策検討・報告
- * 作業開始前に現場に集合し、安全唱和・指差呼称
- * 非常作業前には必ず危険予知訓練実施
- * 各課・班で重大事象の発生を想定した想定訓練を年6回実施
- * 保安教育計画指針により、階層別の教育指針が定められカリキュラム制定
- * 教育効果の判断のため、安全意識のアンケートを年1回実施

7-5) 三共・三島

- * 管理基準書、機器類取扱基準書、安全作業ハンドブック作成
- * 管理者に基準通り作業しているかのフォローを指示
- * 無災害記録の開始日を特別安全日とし、全員が輪番で安全巡視
- * 製造課員による月1回の安全パトロール
- * 工場長ができるだけ1日1回は現場を巡回、作業員と直接対話

日化協安全表彰受賞事業所における安全対策・活動抽出結果(7)

第8回(1984年)

8-1) 出光石油化学・千葉

- * 今年度の重点施策として3点を規定
- * 危険予知活動と指差呼称を組み合わせた新KYK(危険予知訓練)の導入
- * 自社・他社で発生した事故・故障のFTAなどによる解析し、新增設時に活用
- * 年1回、社長の安全査察あり、ヒヤリハット提出件数・改善点を発表
- * 設備の新增設工事の際には、4段階に分けた安全審査
- * 新增設設備については、最終段階で実際に運転に携わるオペレーターが内容を確認
- * 社内事故の情報は即座に連絡、解析して関連があれば対策を実施

8-2) 帝人・岩国

- * 会社の方針として「安全はすべての生産活動に優先し、ラインの責任」
- * 工場の目標として「安全の自己管理」を掲げる
- * 5S運動、挨拶、保護服着用徹底、ワーストテン撲滅運動など環境整備型運動を徹底実施
- * 指差呼掛・危険予知をドッキングさせ、定量化してレベルチェック
- * 安全推進員は工場長が任命、一般課員でも係長権限を付与
- * コンクール・行事などにより競争原理によるレベルアップを図る
- * 職場の安全度を測るためアンケート実施
- * 安全・品質の「相互注意書」あり、自由にものを言える雰囲気の中で相互注意
- * 安全成績の良い課に各課から人を派遣、勉強して帰らせる

8-3) 富士写真フイルム・富士宮

- * TPM活動に取り組み5S運動を励行
- * 過去の災害事例を分析
- * 「安全一声運動」(指差呼称)のマンネリ化を打破するためKYKと安全一声運動のドッキング
- * 小集団活動に全社的表彰制度
- * 化学物質の管理等級区分を行い、万一の対処法を示した予防シートを職場に配置
- * 環境基準などは国の基準・県の基準より1桁下回った基準で管理

8-4) 東洋曹達工業・四日市

- * 保全運動の1つとしてMAP手法(保全解析手法)を取り入れ、保全提案収集
- * 何を書いてもいい提言・提案活動「発想の泉」
- * 国内外の災害事例を解析し自社プラントの災害想定、設計・建設・運転時の対策立案
- * 災害緊急訓練など想定訓練を多数実施

8-5) 花王石鹼・和歌山

- * 社長安全査察制度(毎月1日、当番工場の安全状況をチェック)
- * 安全衛生担当部門の人員増強(4人から段階的に28人に)
- * 安全衛生防災パトロールに専任を置き、3交代勤務で夜間もパトロール
- * ヒヤリハットメモ推進のため、各課毎に年間目標数を設定、毎月安全委員会で評価
- * ヒヤリハットメモ研究運動推進、データから設備・作業に反映

第9回(1985年)

9-1) 帝人・岩国

- * まず安全の基本である5S運動と挨拶運動の2つに絞って半年間実施
- * 安全と生産活動を分離して安全はできないので、安全・品質を一体化した運動を促進
- * 指差呼掛・危険予知をドッキングして、反省点に基づき企画を練る自己申告制度
- * 互いに注意し合う相互注意制度
- * ヒヤリハットの申告
- * 危険予知を日常化するためのワンポイントKY、自己KYなどの工夫
- * 作業標準書の重要点をボード化して工程に掲示し、そこで指差呼称を実施
- * 管理者がパトロール時に「問いかけKY」を実施、注意しなければならない人を側面でチェック
- * 事務部門でも業務上KYを実施

9-2) 新日鐵化学・大分

- * 「全員で意欲し、全力で創造し、最高の成果を上げよう」を安全のスローガンに掲げる
- * 職場安全推進委員、ゼロ災リーダーの任命、月別に交代することで全員参加
- * 提案制度を導入し、審査・表彰制度設置
- * 作業前危険予知の徹底のため、他社例も参考に独自のテキストを作成し全員に教育訓練
- * 「ごあんぜんに」挨拶運動、相互注意の導入
- * 工程異常を起こした場合は「工程異常報告書」を他部署にも配布、専門的立場で検討
- * 協力会社の規模に応じ自社管理に任せるか否かを区別、直協一体で安全管理
- * 協力会社による安全衛生協力を組織、統括安全衛生責任者を任命
- * 製造部門、補修部門、協力会社の3者が安全確認札を持ち、3種揃って初めて定修工事開始
- * 定修時の非常駐作業員に教育、責任者による訓練・チェックの報告を受けて認定(シール発行)

日化協安全表彰受賞事業所における安全対策・活動抽出結果(8)

9-3) 東レ・岡崎

- * 安全意識の高揚を狙い、安全モデル職場指定方式を採用
- * 社内で安全教育マニュアルを策定し安全トレーナーを養成、全社員に波及させる
- * 外部の訓練研究会に工場長を含む各階層から受講者を派遣
- * 設備の計画から完成まで5段階に分け、全社統一の環境安全アセスメントによりチェック
- * オペレータからのヒヤリハット事例を重視し徹底研究
- * 他社類似事例の情報をオペレーターに教育
- * 関係会社6社を一次的な責任者として、安全管理の責任を付与
- * 各職場毎の安全委員会には関係会社、協力会社も出席し、教育・連絡等
- * 工事の総括安全責任者は工場長が就任

9-4) 山之内製薬・焼津

- * 安全衛生委員会を中心に年間安全衛生活動方針を決定
- * ヒヤリハットを前進させ「ヒヤリおかしいメモ」
- * 全工場で「安全呼称」を定めて徹底
- * 各職場に輪番制を敷き、全員が安全当番、安全パトロール
- * 労働組合の中央環境委員が定期的に各工場をパトロール
- * 工場長の直轄組織として安全管理グループを設置、安全衛生管理内規の作成・実施徹底を担当
- * 危険予知、提案制度による設備の改善
- * 朝礼、ミーティングで「安全衛生活動はエンドレス」を強調
- * 自動化導入時にオペレーター・補修員が参画、ブラックボックス化を避ける
- * 設備の安全装置・防護装置は、後付けではなく、すべて当初から組み込み
- * 工事業者と特別安全競技会を策定、会社の枠を超え不安全行動を注意
- * 各職場から持ち回りでKYを工場全体の安全衛生委員会に出させて討議・検討結果を反映

9-5) 小西六写真工業・日野

- * 「安全管理ラインの責任」という安全管理方針
- * ヒヤリハット、危険予知、指差呼称などの小集団活動実施
- * 相互安全指摘をその場でできるようなオープンマインドな職場環境構築
- * 新規設備導入時に安全第一の思想で十分なデザインレビュー
- * ロボット導入によるロボット教育実施
- * YG性格診断を導入、性格に基づく注意点の対処
- * 「〇〇故障ゼロ」宣言を課長が行い、宣言旗を工場長室に掲げる
- * 中小協力会社に安全パンフレットを配布
- * 工事には必ず工務担当者が立ち会いを義務づけ

第10回(1986年)

10-1) 大阪ガス・泉北

- * 防災専用のコンピュータシステムをはじめ、各種防災設備を完備
- * 職場の自主的安全活動推進のため、所長任命のセーフティリーダー制度
- * 「安全感受性活動」「ひとりSSK」(ワンポイントKYと指差呼称のドッキング)
- * 製造所全体で設備の安定操業にかかわるヒヤリ事項・気がかり事項を抽出する「300抽出運動」
- * 小さな貢献を直属上司が週1回表彰する「ウィークリーチャンピオン制度」
- * 数年毎の「安全基本方針」を工場で設定
- * 小集団活動の活性化により保安テーマの活動増加、安全活動も自主的活動として活性化
- * オペラビリティスタディ導入
- * 毎朝管理職以上がテレビ会議室に集まり、2工場間で行動予定・工事予定を連絡
- * 毎日午後、工場毎に係長以上が集まり連絡調整
- * 監督者の安全教育トレーナー講習など社外講習を積極的に利用
- * 定期的な講義・演習による勉強会の実施
- * 月1回のセーフティリーダー会による情報交換、施策提案・検討
- * 工場幹部の安全パトロールなど各種パトロールにセーフティリーダーが参画
- * 手を替え品を替え様々な運動を展開することで自主活動としての浸透を図る
- * 「300抽出運動」は気軽にできるよう小さなカードを準備、内容はなんでも可
- * 「300抽出運動」の提出案件は原因・対策を整理、全所施策として展開

10-2) ダイセル化学工業・播磨

- * 全員参加・全員リーダーを目指した輪番制の安全推進員制度
- * 小集団活動によるKY活動、ヒヤリハット抽出運動、安全アセスメント
- * TPM活動の最大目的を安全操業確保として取り組み
- * TPM活動の成果を「クリーン度評価」として診断、表彰
- * 労使参加の安全衛生委員会による、月1回の全工場査察
- * 安全担当重役中心のチームによる本社安全査察(2カ月に1回)で、全社的な総合技術の交流・向上
- * 月1回の工場長査察で、現場との対話・信頼感醸成、現場の実態把握
- * 全社労働組合連合会の年1回査察

日化協安全表彰受賞事業所における安全対策・活動抽出結果(9)

10-3) 三菱モンサント化成・四日市

- * 危険予知、指差呼称を重点としたゼロ災推進
- * トータルゼロ災運動(ヒヤリハット発掘・対策、交通KY、PKY、トリム運動)
- * 2年に1度、モンサントカンパニーからの安全査察
- * モンサントカンパニー経由で他関連会社の災害速報を入手
- * モンサントカンパニーによる休業・不休業度数率の低い工場の表彰
- * 本社安全対策本部の安全査察における重点項目でプロセス危険予知(PKY) 取り上げ
- * PKYにより運転員が全員参加で検討、作業標準書を見直し
- * 施設部の中に設備診断プロジェクトチームを設置し、設備診断技術の進歩に追随

10-4) 住友化学工業・大分

- * 改善活動主体から始め安全衛生活動、自己啓発活動など「Do & Go運動」を展開
- * 危険予知活動開始、非定常時には実施しないと作業許可を出さず
- * 「一人KY」「作業指示KY」など指差喚呼をリフレッシュする新危険予知活動へ移行
- * 管理技術、基礎的技術・技能に関する教育の実施
- * プロセスの異常予知活動(PYK)をグループ単位で実施、教育効果あり
- * 抽出されたヒヤリハットなどを全社的に統一してコンピュータによるデータベース化
- * 設備新設・改造時には、工業化検討会・起業検討会など段階的な安全・防災アセスメント実施

10-5) 川崎製鉄・千葉

- * 業務上災害・疾病、爆発火災事故のほか、場内交通違反、社外交通事故もすべてゼロを目標
- * 小集団活動・個人活動により全員が何らかの役割分担
- * 4S推進の基準化、審査制度
- * 挨拶運動、危険予知運動、ヒヤリハット相互注意運動などの各種活動を実施
- * 「6Sモデル職場審査制度」独自に審査マニュアルを定め審査・認定
- * 6Sモデル認定職場に対しては、4カ月に1回程度、工場長がパトロール(ひどい場合は認定取り消し)
- * 協力会社幹部の管理教育、工場内安全衛生教育を実施
- * 各現場の指導、パトロール、安全週間の行事もすべて協力会社と一体で実施
- * 設備・操業の基準類を整備するため、5Sに加えて「書類整備」を入れ6Sとして実施
- * 会社全体から選出された査察委員による査察、事業部別の査察あり
- * 工場長パトロールを月1回実施
- * 安全専任者、管理監督者が「守れないのはなぜか」を考える「MKS(見て考える安全)」手法の導入

10-6) 日本ペイント・千葉

- * 安全理念の提示
- * 全員参加のヒヤリハット、危険予知訓練に競争原理導入、職場別・個人別の成績発表、管理職にノルマ
- * 「毎日KYT」として1日1回作業開始前の小集団活動で実施
- * 各種外部教育を受けた専門トレーナーが、各職場の推進リーダーに年2回の教育を繰り返し実施
- * 推進リーダーから年間10傑を決めて表彰
- * 提出されたヒヤリハットには、管理者が必ずコメントをつけて答える

第11回(1987年)

11-1) 住友化学工業・千葉

- * オペレータ全員と監督者を対象に、プラント運転知識・技能の習得と保安教育のためレパトリー教育
- * 「ゼロ災パトロール」で工場長をはじめとするパトロールチームが災害発生職場の診断
- * 部課長会議で災害発生職場の課長が原因・対策を報告、相互学習
- * 安全意識向上のため「日刊ニュース」「所内報」「安全ビラ」配布による教育啓発
- * 工場としての安全統一標語を設定、毎朝の作業前ミーティングで唱和
- * 部長スタッフの安全衛生技術指導員による部門内各課パトロール
- * オペラビリティスタディ、プラントKY(危険予知)による安全の先取り
- * ヒヤリハット掘り起こし、コンピュータによる全社情報の有効活用システム構築
- * 会社統一基本方針として「無事故・無災害の実現」
- * 自社技術の工業化・設備改造時は段階的なセーフティアセスメントを実施、そのための指針等整備
- * 安全データ管理要領で取り扱い物質に関する安全データを整備
- * 事故情報の収集・活用のため、ヒヤリハット報告制度、異常運転報告制度、ヒヤリハット掘り起こし運動
- * 事例情報は全社共通のコンピュータファイリングシステムに収録して活用

日化協安全表彰受賞事業所における安全対策・活動抽出結果(10)

11-2) 武田薬品工業・大阪

- * 「安全30秒運動」(一人危険予知活動の原型)実施
- * 現場部門の管理者全員を安全管理者として労働基準監督署へ報告、責任と権限を付与
- * ライン管理体制の推進とともに、工場の安全衛生作業規則を改定、各職場の安全基準を見直し
- * ライン全課長に安全衛生管理教育を実施、係長・職長・班長に安全衛生教育を実施
- * 一般従業員にゼロ災教育実施
- * 危険予知訓練トレーナーとリーダーを養成、危険予知訓練を小集団活動として実施
- * 事務部門にも現場部門と同様の活動を展開
- * 異常時・緊急時の対処について、ライン各層の役割分担を明確化、訓練を行う「防災マニュアル」策定
- * 異常時の連絡・避難体制確保のため、連絡用インターホン、避難路確保用の木槌を設置
- * 安全性の事前評価のため、物理化学データに基づくシミュレーションを実施
- * 研究所の開発した新技術は、製造部門が安全性確認、技術部門がシミュレーションなど実施

11-3) 帝人・岐阜

- * 会社の安全理念は「安全はすべてに優先、安全はラインの責任、技術・生産・営業は安全と一体」
- * 安全の基本理念に基づき、毎年、全社的に特定方針を設定、工場もそれに従い方針・目標を設定
- * 管理目標として、交通安全も含めた労働安全、防災、衛生、公害の全てのトータル無事故・無災害
- * ヒヤリハット発掘、KYT導入など、年ごとに安全活動を各種導入、潜在危険要因の予知・撲滅に重点
- * 安全と品質の両方を守る運動を推進、品質・工程の危険予知、ヒヤリハット、提案などを一体化
- * 危険予知活動は、職場毎に工夫し適応した様々なKY活動に発展
- * 「体験ヒヤリ」「予知ヒヤリ」「相互指摘」をそれぞれ記入する3カード活動
- * 危険作業を特定作業に指定、厳密な作業標準を設定
- * 年2回本社の安全査察、年1回全社的な安全活動発表会あり
- * 防災診断の定期的実施とともに、想定防災訓練を頻繁に実施
- * 設備の新設などではセーフティアセスメントチェックを実施
- * 危険作業を登録し、毎年ワースト10を職場毎に選択して小集団活動による安全化

11-4) 日産自動車・川越

- * 法の精神・目的から理解するため、若いうちから法的資格の取得を推奨
- * 設備導入前には安全検討会で審査、本社安全健康管理部も立ち合いの設備安全検収制度
- * 数年ごとの「安全基本方針」設定
- * 総合点検活動で定期的に各職場が一斉点検、結果を本社安全健康管理部に報告して監査を受ける
- * 5S活動の実施
- * 作業手順書に、責任者、担当者の役割分担、安全担当者を明記、作業前に読み合わせ・議論
- * 作業者を経験・技能によりレベル分け、チーム編成時に適切に配分
- * 作業者は、月1回保安教育を受講

11-5) 三菱化成工業・水島

- * ゼロ災活動を導入、管理職・作業主任を中心に教育、安全情報交換会を設置して議論・普及
- * 労働災害事例集の発行
- * KYカードを作成して作業指示KY導入、ハットヒヤリ摘出活動実施
- * 保安技術検討会実施、プロセス危険予知活動の導入による設備安全活動
- * 設備の新設・改造時の事前安全性評価推進
- * 提案活動の整理・活性化、自主的小グループ活動の活性化による提案件数増加
- * プロセス危険予知を運転員が実施、アンケートで感想把握
- * 小集団活動による議論の結果、SOP(標準作業手順書)の変更、教育・訓練資料の改訂に反映
- * 新規プラント建設時には段階毎の安全性評価を実施
- * デジタル制御系導入のため、運転員を教育施設で教育、メーカーで実機訓練など実施
- * シミュレーターを導入し、スタートアップなどの訓練を実施

第12回(1988年)

12-1) 帝人・松山

- * 全社的な基本方針(3項目)・年度特定方針のもとに、工場が方針、目標を定めて活動
- * 危険予知、セーフティアップ、ヒヤリハット摘出などによる事前予知安全
- * 危険作業を工場登録、毎年4項目ずつ見直し、対策実施
- * 全社的に防災専門委員会を発足、社内の防災診断要領書をもとに、各工程5年に1回の防災診断を実施
- * 職場毎に危険作業を10個選んで安全対策を行うワーストテン活動
- * 3年間かけて危険予知訓練を導入、現在は各現場に合ったKYを実施しながら継続中
- * 抜き打ち想定訓練を毎月各課で実施
- * 工場長が安全巡視をする際に、抜き打ち防災訓練を実施
- * ヒヤリハット摘出、危険度ランクの高いものは工場登録し、参考になるものは他工場にも配布
- * 全社的に製造部門トップを委員長、各事業所長が委員の環境管理委員会があり、トータルゼロ推進
- * 重大なヒヤリハットをFTAにより原因分析、迅速対応
- * 他社・他工場の災害事例による自工程の見直し実施
- * 防災診断の担当者向けに教育実施

日化協安全表彰受賞事業所における安全対策・活動抽出結果(11)

12-2)出光石油化学・徳山

- * 工場経営の基本方針は「地元とともに栄える工場であれ」、無事故・無公害が最大目標の1つ
- * 毎年度、会社トップの経営方針・年度方針を踏まえて工場の基本方針を規定、各課・各自の行動計画に
- * 危険予知訓練、指差呼称の導入、改善提案・小集団活動、ヒヤリハット発掘活用の実施
- * リーダー養成とともに課長・係長にも研修を受けさせる
- * 危険予知訓練は、時代とともに様々な形式に進化(新KY、職場に合ったKY、無線ページングKY等)
- * 隣接関連事業者の研修センターを活用し、異常措置訓練を実施
- * 事務部門・企画部門・計画部門のデスクワークヒヤリハット
- * 無線ページングKYで、ボードマン、フィールドマンのやりとりを全員が聞いてアドバイス
- * 設備の新增設には安全審査制度あり、過去の事故事例、各種分析手法を活用し評価
- * 設備・運転条件変更のために、変更要領による規定あり
- * 被害想定結果の公開まではしていないが、地元住民の不安に配慮した広報を実施
- * 保全・運転を一体化して設備管理に当たるNPM活動を展開
- * 所外の故障・損傷事例、文献の知見から自設備の問題点を検討する「UNKS(Unknowns)検討システム」
- * 廃止プラントを活用し、コンピュータと連動して訓練シミュレーター構築・活用

12-3)住友化学工業・大分

- * 小集団による提案活動「DO & GO運動」に安全衛生も繰り入れ
- * 危険予知訓練の導入、非定常作業時の危険予知実施義務づけ
- * 危険予知訓練は一人KY、作業指示KYなど形を変えて実施
- * 声出し指差し喚呼
- * ワースト10運動、想定ヒヤリも含めたヒヤリハット掘り起こし・活用
- * 教育委員会を設置、意識教育・管理技術、技術・技能教育などを監督者から実施
- * プロセス異常を想定した机上対処訓練(オペラビリティスタディ)
- * 新製品開発時には段階的に検討会実施、防災実験室による物性実験等も実施

12-4)旭化成工業・川崎

- * 「不安全行動撲滅運動」で基本に忠実な行動遵守、仲間の不安全行動注意、ヒヤリハット・提案活性化
- * 全社的な安全マニュアルの改訂を受け、全従業員に再教育
- * 外部講師を依頼し、新KYT導入
- * 5Sの一手法であるVM(ビジュアル・モチベーション)の継続実施、事務部門への拡大
- * 設備新增設のため、全社的な「安全防災技術指針」および事前審査ルールあり
- * 運転部門に簡単な設備診断を担わせ、保全部門は専門力発揮というCo-Mo(Condition Monitoring)

12-5)大阪石油化学・泉北

- * 過去の事故事例をもとに毎月16日を「防災の日」と定め、コンビナート全体で緊急訓練、工場幹部が査察
- * 学習意欲を高めるため各人の目標設定・自己申告評価
- * 運転員自らによって、SOP、緊急時操作法、マニュアル類を見やすいよう工夫させ、自主的教育に
- * 本社役員による年4回の安全査察
- * 工場内での月2回の安全巡視(所長以下、安全衛生委員による)
- * 所長以下管理職全員による技術委員会で、1〜2週毎に環境保安をはじめ技術的事項全般を審議
- * 現場の第一線の係長相当職を保安担当員として任命、ライン課長を補佐させる
- * ヒヤリハット活動、ゼロ災運動導入
- * 毎月初めに「安全意識高揚の日」を設定、全所員を集めて所長訓話、安全標語の唱和など
- * TPM活動の導入とともに、オペレーターと工務担当者を1年間の配置換えで相互乗り入れさせ教育
- * 定修中の災害防止のため「定修安全ラリー」(チーム編成し安全活動を競う)

12-6)東京瓦斯・根岸

- * ゼロ災全員参加運動、ヒヤリハット運動を小集団活動の一環として実施
- * KYT導入後、定着しないので、より簡単な方法を編み出して実施、その後も様々な工夫をして継続
- * 指差し呼称、不安全作業摘出の実施
- * 第一線監督者による定期パトロール
- * プラント異常時の運転技能向上を目的に、オペラビリティスタディ導入
- * プロセスヒヤリハット実施してミスオペレーションの芽を発見

第13回(1989年)

13-1)新日鐵化学・大分

- * QCサークル活動をゼロ災運動とドッキング、推進事務局を保安環境管理室に
- * 危険予知能力診断の結果、感受性の低い者がいることが判明し、「SKY(相互注意・危険予知・指差呼称)-大分」開始
- * 創業以来、必ず管理者が朝のミーティングに出席しオペレーターと技術面・安全面について対話
- * 定期修理時は全オペレーターが管理エリアを定め、製造・整備・修理業者が一体となって定修
- * 常駐協力会社には自社保安環境管理計画にそった活動展開を要請
- * 整備部門と協力会社の間は、「気になる一言」運動で、作業改善・設備改善・5S運動などに関する投書箱設置、対応
- * 総務部長が会長となる交通安全推進会を設置、通勤災害等防止活動
- * 月に1度、チームリーダーによる安全討論会を開催、それぞれの職場を相互パトロール
- * 安全査察(毎年1回、副社長中心)とは別に、安全に関する業務監査(常任監査役による)も実施

日化協安全表彰受賞事業所における安全対策・活動抽出結果(12)

13-2)旭化成工業・薬品

- * 全社を挙げた方針として「安全管理3カ年計画」を設定(現在は第3次3カ年計画)、工場はそれに基づき方針設定
- * 設備管理の小集団活動「YKZ」活動実施、当初ほどの成果が上がらなくなると、活動内容を展開
- * YKZ小集団活動の発表は、工場長自らがすべてヒアリング、コメント発表
- * ヒヤリハット提案活動実施、各提案に管理職がすべてコメント記載
- * オペレーター教育訓練のための技能訓練センター、ライン管理者向けの旭工科大学における教育訓練

13-3)住友化学工業・三沢

- * 危険予知訓練の定着後は様々な工夫
- * グループ活動によるヒヤリハット報告(想定ヒヤリを含む)
- * 工場長安全衛生パトロールを半年に1回から毎月1回に増強、協力会社との合同パトロールも毎月実施
- * 全員が「一人一役」で何らかの役割を分担
- * 各ラインで工夫する作業前チェックリスト
- * 操業・製造の作業標準書の改訂・整備時には、必ず安全に関わる事項を見直し
- * プライベートの負傷、交通事故防止運動展開

13-4)武田薬品工業・光

- * 会社方針「社会的な責任を果たす」に基づき、工場は「安全なくして生産なし」という立場で推進
- * 教育訓練に力を入れ、可能な限りいろいろな資格取得を推奨
- * 防災マニュアル、安全審査基準などの策定
- * KYT、新KYTの導入、KYT研修会の開催による意識向上
- * ヒヤリハット報告(3H)運動を導入、全員参加で必ず1つ出すことを義務づけ(強調月間を設定)
- * 防災訓練を1人年間1回は必ず体験
- * 4S運動を強化して、5S運動(躰の追加)を推進
- * 協力会社との安全衛生協議会を構築、工事のたびに安全会議開催、3H運動に協力会社も参画
- * 事故災害事例の紹介、不安全行動をその場で注意する「愛の一声運動」、指差呼称運動などを展開
- * 毎月、工場で労使間の中央安全衛生委員会を開催、2カ月に1回労使による現場巡視

13-5)電気化学工業・千葉

- * 小集団活動を組織し、様々に名称を変更しつつ継続・展開
- * 危険予知訓練を導入・定着
- * 教育訓練の修得度把握制度を体系化、OJT中心の技能教育実施
- * 管理者の安全工学技術レベル向上・プラント安全評価のため、管理者によるプロセスKYを導入
- * 従業員教育のためオペラビリティスタディを導入、エキスパートシステムを活用

13-6)三井・デュポンポリケミカル・大竹

- * 過去の事故発生日を安全活動の原点として、毎年安全大会を開催
- * 「みんなで攻めよう安全職場」など、安全スローガンを設定
- * ハウスキーピング(4S)
- * 毎朝ミーティングで、工場長以下、各職場管理者・作業責任者などが打合せ
- * プロセスハザードレビューを実施し、他社事故事例も参考にプロセスを評価、勧告(3～5年毎)
- * デュポン社との合同サーベイ、自主サーベイの実施
- * トラブル報告書の充実により、原因分析・検討実施、対策実施(ミスオペ防止PRカードなど)
- * 毎月行う高圧ガス保安会議で工場長以下の管理職と技術職が災害防止の技術事項を審議、自工場・他工場の事例検
- * 視差確認・呼称復唱、
- * チェックリスト活用、表示・標識の充実
- * 挨拶、服装、指差呼称など10項目を毎月自己評価

第14回(1990年)

14-1)旭化成工業・水島

- * 小集団活動を中心に、美化活動、ヒヤリハット運動を実施
- * 安全スローガンを決めて安全活動を進める「AAみずしま(安全・安定みずしま)活動」
- * 年1回、4カ月かけて実施する安全査察(製造所長・全幹部職員・査察委員による)実施
- * 運転員に保全に関する再教育を実施、設備保全管理活動(Co-Mo活動)
- * 保全部門により、マニュアル・チェックリストを整備、設備トラブル防止
- * 社内技術・教育センターを開設、安全工学講座を設置
- * 設備増改築時の安全評価方法採用、規模に応じFTAなどを用いた評価実施
- * 社内教育用の「旭化成トレーニングマニュアル」を規定、これに基づき安全教育

日化協安全表彰受賞事業所における安全対策・活動抽出結果(13)

14-2) 関西熱化学・加古川

- * 「安全なくして生産なし」が会社の基本理念
- * 危険予知、新危険予知活動の導入
- * 管理職は全員、外部機関主催のプログラム研究会を受講
- * ヒヤリハット収集・集計し、職場ミーティング等で報告して周知
- * コスト削減目標とゼロ災害・ゼロ公害・ゼロ故障の達成を組み合わせた合理化運動展開
- * 相互指摘制度の導入
- * 通勤災害対策のため、交通KY再教育、交通危険予知マップ作成
- * 各種活動の導入時教育は、協力会社と一体で実施
- * 協力会社の職場にも安全査察を導入
- * 設備の新設・更新時には安全対策についても十分に検討、完成後もヒヤリハットによる改善提案を収集
- * 作業標準書に指差呼称すべき場所を記載

14-3) 東レ・千葉

- * 会社の基本理念は「安全はすべてに優先する、事故・災害はすべて防止できる、一人一人の生涯無災害を目標とする」
- * 役員会、工場長会議など、各会議の報告冒頭は必ず安全について発言
- * 基本理念に基づく安全行動指針10カ条あり、職場の朝夕ミーティングで必ず唱和
- * 全員参加の小集団活動で安全提案提出を奨励
- * 過去に自社内で事故が起こった日に事故内容を紹介する安全カレンダー作成、職場の危険予知で活用
- * 多様な機器類の操作について社内資格制度(ライセンスマスター制度)導入

14-4) 日本ペイント・愛知

- * 担当役員による各地区安全監査制度を導入、監査チェックポイントも随時更新
- * 毎年、全社安全環境年間計画が策定、方針・目標・重点実施項目が示される
- * 災害発生毎に工場長・課長・係長からなるZD委員会が現場検証、原因調査
- * KYトレーニング増強によりKY活動活性化、年度集計し次年度実施項目の計画立案
- * 使用原料の有害性事前調査システム(工場長が調査部会長となり導入品に対応)
- * 新設備・新試験機器導入時には安全性の事前評価を実施
- * 課長・工場長による4S点検・評価
- * 安全サークル活動による改善活動と発表会開催
- * 年間訓練計画に基づく防災訓練の実施
- * 社内規定による「安全環境教育体系」に則る定期的な教育、その他OJT教育など実施
- * 協力会社に対する事故事例教育、KY・4S指導

14-5) 三井石油化学工業・岩国大竹

- * 工場操業以来の経営理念として、「保安の確保は企業経営の基盤、無事故・無災害は社会的責任」の2項目
- * 「安全は生産に優先する」を基本方針
- * 社長を議長とする「保安本部会議」を設置、施策決定・問題点と対策の審議を年2回実施
- * 危険予知訓練を導入、マンネリ化防止のため学習会等各種手法を活用
- * 課長自ら「管理者安全マスターファイル」を作成、交代時の申し送り事項としても活用
- * プロセス危険予知としてHAZOPスタディを導入、問題箇所等を検討し対策実施
- * 毎月1回、工場長・各部長による幹部パトロール実施、反省会を開催して問題点・対策を検討
- * 小集団活動で安全テーマの取り組み
- * 改善提案、ヒヤリハット体験時の対策提案を収集
- * 社内2工場の製造・工務・技術・保安各部の課長・係長クラスが年4回相互訪問、保安関連の情報交換
- * 新規化学品安全性評価制度による安全審査
- * 各配属先のプラントで、プラント運転技能5段階教育を実施(OJT等活用、直属上司が口頭試問で知識確認等)

第15回(1991年)

15-1) 旭化成工業・レーヨン

- * 会社方針として「安全の確保は経営の基盤をなす...」を制定
- * N-KY活動(長町式KY活動)で、不安全行動提案、対策実施
- * 過去の災害事例を自分たちでイラスト化したビジュアルシート作成、日々のミーティングで活用
- * ヒヤリハット気がかり(HHK)活動推進、提案に対し職責者全員がコメント
- * 年1回、延岡支社長による安全査察

15-2) 協和発酵工業・富士

- * 小集団活動によるゼロ災活動、新KY、安全パトロール、ヒヤリハット発掘などを実施
- * 自問自答KYカードを用い、始業前に各自がそれぞれ安全確認
- * 定められた指標(142項目)に基づき、管理職が自らの職場を評価する安全管理水準評価
- * 小集団サークルが、安全関連活動の実施状況を評価項目に従い自己評価(カメレオン作戦)
- * 設備のセーフティ・アセスメントにおいて、現場から設計部門への不具合等をフィードバック

日化協安全表彰受賞事業所における安全対策・活動抽出結果(14)

15-3)武田薬品工業・湘南

- * 工場衛生安全委員会で方針を提示、各職場で具体的な施策を提案・実行
- * 工場安全衛生委員会・職場安全衛生委員会の月例パトロール、職場安全当番による日々のパトロールなど自己点検
- * 設備設置時の稼働前点検制度で、運転側が過去の事故事例に基づき安全仕様を作成、事前点検
- * 社内外における安全教育・資格取得推進
- * 職場改善運動の中での安全改善推進、KYT導入、5S再徹底、ヒヤリハット導入など、各種運動を展開
- * 先輩社員がマンツーマンで指導・助言する「エルダー制度」による教育

15-4)日産化学工業・袖ヶ浦

- * 職場の自主活動、ヒヤリハット摘出活動、KY活動が基本活動
- * ヒヤリハットは職場で討論・対策立案、全工場的にも討論、他部門にも徹底
- * 現場標識・表示の整備、チェックシート・操業日誌への安全ポイント記入など、目に見える管理
- * 関連事業・市場にまつわる情報伝達により、仕事の目的・ポイント理解推進
- * 全社の人事制度改定により、階層別・職務別の目標・能力・必要資格を明確化
- * 5Sと品質向上活動として「ACE-QC活動」導入

第16回(1992年)

16-1)東レ・三島

- * 生産本部長から「安全対策の推進」5項目提示
- * 各テーマ毎に行われた安全推進活動はフォロー・査察により、基準化・標準化し類似災害防止に活用
- * 工場長はミーティングの際、まず安全の話をしてから議題に入る
- * 6S活動など美化活動推進
- * 不安全行動・動作撲滅のため、指差呼称、ノーポケットハンド、階段手摺り持ち、食事前手洗いの4項目を徹底
- * 全員参加の実践項目として「安全10則」を規定、朝礼時に唱和、部課長パトロールでチェック
- * 体系的な安全教育プログラムに基づき教育実施
- * 部課長級は外部研修も含めた研修に順次参加
- * 監査役、役員・他工場長、製造部長相互、環境課長相互の各査察を年1回ずつ実施
- * 設備新增設時に安全・防災を含むアセスメント義務づけ
- * 通勤時の交通災害ゼロに取り組み

16-2)旭化成工業・千葉

- * デュボン社開発のSTOP活動を中心に、不安全状態・不安全行動の排除活動を全工場(事務部門含む)で展開
- * VM(ヴィジュアルモチベーション)活動により、全員参加の職場の改善活動推進

16-3)協和油化・四日市

- * 小集団活動による「総確認運動(KYT)」を他活動と一元化しつつ継続
- * 提案事項に対しては管理職がコメント付与、対策を実行に移すための予算も確保
- * 月1回、重点テーマを設けて安全パトロール実施
- * 本社を含めた月1回の検討会で、安全上・技術上の問題を検討
- * 設備新設・改造時のセーフティアセスメント実施
- * ヒヤリハット報告制度
- * テーマを明確にして提案制度を実施、活性化
- * 階層別保安教育訓練、職場内OJT教育、技術教育、法定教育訓練、防災訓練を体系的に実施
- * 公的資格制度のない時代は、自社内で溶接技術の資格認定制度を設け、合格者のみに作業者を限定
- * 設備の新設・増設の際の安全アセスメント基準を策定
- * 協力会社作業員にも安全教育実施、実施済みを示すシールで明示

16-4)富士写真フイルム・小田原

- * 基本となる管理方針2項目に基づき、毎年、目標とスローガンを建てて安全活動推進
- * 2年に1回、安全大会を開催、各グループ意見発表
- * 相互指摘運動に各職場の工夫(「鬼ごっこ方式」「公開方式」など)
- * 新設・改造設備の安全チェック制度

第17回(1993年)

17-1)住友化学工業・三沢

- * 機会あるごとにトップから「安全はすべてに優先する」との方針を強調
- * 毎年年初の課長による個人面談でアンケート実施、安全意識・知識レベルを把握
- * 工場幹部・各層代表による工場安全衛生パトロールを、テーマを設定して実施
- * パトロールで指摘された問題点は安全衛生技術指導員会議で検討し、全員参加の職場安全会議で対策検討
- * 他事業所の災害事例、自工場のヒヤリ事例を活用、類似災害防止ミーティング
- * 協力会社による安全衛生協議会例会への協力支援により、意見交換・勉強会講師派遣
- * 協力会社との合同パトロール
- * 年2回の全社安全衛生監査・環境保安査察、月1回の工場安全衛生パトロール実施
- * 年1回工場内安全表彰、年2回の工場内発表大会
- * プロセス開発段階における安全チェックシステム

日化協安全表彰受賞事業所における安全対策・活動抽出結果(15)

17-2)旭化成工業・ポリアミド

- * 全社の「安全に関する基本方針」提示(S56)
- * 支社の「安全管理3カ年計画」に基づき、工場の安全管理方針、スローガン等を設定
- * ヒヤリ気がり(HHK)提案活動の実施、定着化を図るための工夫
- * VTR活用の傷害想定法により、作業基準を改定

17-3)大日本インキ化学工業・美川

- * 毎年7月の全国安全週間前に、安全祈願祭と安全大会を開催
- * KYT実施し、様々な方式を工夫しつつ展開、TPM導入へ
- * 5Sを安全の基本として「530(ゴミゼロ)」運動展開
- * 安全基本動作遵守のため、遵守しにくい事項についてアンケート調査実施、重点項目化
- * ゼロ災害サークル活動による毎日朝礼時の安全ポイント指差呼称
- * 設備の不調・不具合等を発見したらイエローマークシートを貼付して周知、改善後はグリーンマークシート
- * ヒヤリハット発掘実施
- * 初めて扱う化学品については、化学品性状調査表による事前チェック
- * 環境保安教育訓練基準に基づき年度ごとの教育訓練計画策定、実行
- * 法定資格の取得奨励
- * 本社環境保安管理重点目標に則り、副社長(環境保安部長兼務)等を中心に本社環境保安監査実施(年1回)
- * 本社環境保安部長および他工場環境保安室課長による環境保安査察も年1回実施

17-4)東レ・石川

- * 作業標準書について、毎年定められたルールで見直し実施、それが個人別の教育・習熟度チェックにもなる
- * 注意喚起のため、標準書には過去にあったヒヤリハット事例も記入
- * 見やすくするため「目で見える基準書」の改訂も実施
- * 特に危険な特定作業については、ハード対策のほか、新入社員に特別教育、年1回全員にリフレッシュ教育
- * 非定常作業の定義を定め、チェックシートで危険箇所確認、KYT実施など
- * 全員参加の小集団活動による安全推進
- * 一人KYT推進、KYTコンテスト実施
- * 安全衛生委員会による合同点検のほか、様々な立場による巡視で多面的にチェック
- * ヒヤリハット提出強調月間を設定、仮想ヒヤリハットも含めて提出を奨励
- * 新入社員教育での安全教育重点化、定期的フォロー
- * 通勤災害のための交通事故防止対策(新入社員は入社後半年間は車の運転を禁止、等)
- * 地域モニター制度として、地域の学識経験者・代表者をモニターに選び、工場の状況説明・意見交換

17-5)三井石油化学工業・千葉

- * 操業以来の基本理念として「保安・環境保全の確保は起業経営の基盤、無事故無災害の達成は社会的責任」
- * 危険予知訓練のマンネリ化に気づき、管理者のプログラム研修会派遣、作業前一人危険予知などの工夫を推進
- * 設備の5S運動推進
- * 小集団活動と提案活動を一体化、ヒヤリハットも改善提案に含めて強化月間を設けて実施
- * 毎月10日を安全衛生の日に設定、保安関係会議を開催
- * 工場長・部長が月1回職場に「幹部パトロール」実施、意見交換に加え、若手社員に体験発表をさせて意識付け
- * 過去の社内外災害事例から年3～5件取り上げ「教訓の日」として教訓伝承
- * トラブル・不調故障を管理項目として取り上げ、フォローアップ会議で検討、変更・改善点を水平展開
- * ヒヤリの重要度を判定、要因分析を行い対策検討

第18回(1994年)

18-1)三井石油化学工業・千葉

- * 操業以来の基本理念として「保安・環境保全の確保は起業経営の基盤、無事故無災害の達成は社会的責任」
- * 危険予知訓練のマンネリ化に気づき、管理者のプログラム研修会派遣、作業前一人危険予知などの工夫を推進
- * 設備の新・増設・改造計画に対する技術評価システムによる評価、保安会議における審議
- * 作業前一人危険予知活動など、危険予知活動の実施工夫
- * カレンダー様式のセーフティボードに労働災害・ヒヤリ事例、設備保安ワンポイント知識などを掲示
- * 自職場の重要事例発生日はカレンダーにマーク
- * ヒヤリ提案を奨励し、事例研究・伝承教育、共通性のあるものをヒヤリ事例集として水平展開
- * ヒヤリの重要度を判定、要因分析を行い対策検討
- * 協力会社との協調のため、保安協進会を組織し指導・援助、連携強化のため各種会議・例会等を実施
- * 協力会社の安全表彰実施

18-2)旭化成工業・岩国

- * 会社として安全基本方針5項目を提示
- * 所長を中心とした安全総点検実施
- * 会社として「旭式安全管理技術指針(AST)」を定めて活用、災害事例分析
- * 始業ミーティング時に各人が危険予知、行動目標設定、作業終了後に確認
- * 運転中トラブルの復旧作業時に危険予知、安全ブロッキングなど設備対応で安全確保
- * 安全を含む4分野でチームを組んで活動、競争しあう「ラリー活動」実施
- * 新設改造設備を対象とした事前安全評価システム

日化協安全表彰受賞事業所における安全対策・活動抽出結果(16)

18-3) 関西ペイント・東京

- * 「当社6工場のトップ」をゼロ災目標、安全管理方針を年度ごとに設定して活動
- * KYT活動、ヒヤリハット摘出、安全提案活動などのゼロ災サークル活動実施
- * KYラリー・改善事例発表会を開催でサークル活動の活性化、職場活動評価制度で活動状況を評価
- * 全社的安全総点検を実施、点検結果を設備投資計画に反映
- * 本社機構による安全総合診断活動実施
- * 5S活動の定着に伴い、職場の5S巡視(評価)
- * 管理職と関連部門スタッフ合同のプロジェクトチームを編成し、安全に関する問題点の解決

18-4) 三菱化成・黒崎

- * 会社として「安全なきところ生産なし」「安全は全員の参加と努力が不可欠」「ゼロ災は達成できる」を指針に掲げる
- * 日常的に発生するトラブルを工場幹部に定期報告、対応迅速化
- * 日常の設備の諸問題に適切に対応するため、設備管理部門の自主保全要員を運転管理部門へ統合
- * 全従業員挙げての徹底的な5S活動展開
- * 社内教育機関の総合研修センター、メンテナンストレーニングセンターの教育を充実強化
- * 面接制度による個別指導で各人の育成計画・年間業務計画目標を具体化
- * 工場の安全性事前評価実施
- * 組み立て足場標準化、チェックリスト策定
- * 保安技術検討会を2カ月に1回以上開催、各課の抱える保安上の問題点を討議し対応策検討
- * 設備の新增設・改造、定期修理等の実施前に安全性事前評価を実施
- * 工場長による事業所内安全査察実施
- * ヒヤリハット活動で事例摘出、対策検討、各職場内で水平展開
- * 季節毎の安全強調期間を定め、工場総合防災訓練実施、保安安全活動の重点化・活性化

18-5) 三菱レイヨン・大竹

- * 会社として「保安環境基本則」を制定
- * 新設備等導入時には、企画時点から段階的に診断を行う「設備安全診断システム」、既存設備も重要度に応じ再評価
- * 指差呼称、危険予知活動充実(トレーナー研修会積極参加、定期的なKYコンクール実施)
- * ヒヤリハット活用による危険予知実施
- * 自事業所、他事業所、新聞情報等に基づく類似災害防止活動、過去の労働災害を記入したカレンダーによる記念日
- * 小グループ活動で毎日グループリーダーを輪番設定し率先垂範
- * 事業所長自筆の安全メッセージ、事業方針、月間実施計画をまとめた手帳を作成し全員配布

第19回(1995年)

19-1) 三菱化成・黒崎

- * 会社として「安全は全てに優先」「全ての災害は防止できる」「安全は全員の自覚と責任ある行動で達成」を基本方針
- * 5S活動からTPM活動へ展開、専門部会による活動と各職場の小集団活動を実施
- * 過去3年間のトラブル分析をもとに、重点的に設備管理すべき部分を管理する専任チーム発足
- * トラブル解析結果の事業所幹部定期報告、成果の各部門水平展開
- * 保全担当要員を製造課に転属、製造・保全両部門の連携強化
- * 総合研修センター、メンテナンストレーニングセンターにおける体系的保安教育
- * 事業所内保安事故を題材とした事例教育実施
- * 協力会社のみ対象としてきた「足場教育」を管理者である社員を対象に実施
- * 社外有識者の招聘による講演会・指導
- * 保安技術検討会を2カ月に1回以上開催、各課の抱える保安上の問題点を討議し対応策検討
- * 設備の新增設・改造、定期修理等の実施前に安全性事前評価を実施
- * 工場長による事業所内安全査察実施
- * ヒヤリハット活動で事例摘出、対策検討、各職場内で水平展開
- * 基礎教育・安全教育の徹底、外部勉強会・発表会への派遣等

19-2) 旭硝子・愛知

- * 会社全体の安全・環境・防災の理念を受け、工場の安全衛生管理方針を3項目規定
- * 部門ごとに部長の分身として部専任安全衛生担当者を配置
- * 現場第一線の主任・分区長の役割・行動の明確化のため腕章着用
- * 各課の実情に応じ、各課毎の安全管理計画を策定し実行
- * QCサークル活動を安全のみに特化した安全サークル活動に変更
- * リスク分析の手法を用いてKY分析、対策検討
- * 危険作業に登録制を採用、順次作業標準等の見直し、設備・治工具の改善を推進
- * 危険作業については資格者のみに限定するための作業員認定制度
- * 腰痛対策のため重量表示、重量物の最大重量を規定
- * 現場から提案あった不安全箇所は最優先で改善、定期保全で不安全状態を排除
- * 設備の新設・改造時には安全事前審査制度

日化協安全表彰受賞事業所における安全対策・活動抽出結果(17)

19-3) 帝人アグロケミカル・三原

- * 親会社2社の安全に関する基本方針に基づき、製造所運営の基本方針を策定
- * 基本方針に基づき、安全管理規程等の規程類を策定、日々の安全活動を推進
- * 安全活動の実施状況は、親会社2社の定期的な監査・定期報告により確認・是正
- * 毎月初めに工場幹部による安全巡視
- * 各グループごとに行う安全衛生会議を主体とした活動
- * 5年毎に工場の防災診断(プラントの危険度評価も加味)を実施、問題点を抽出して対策
- * マンツーマンのOJT教育を体系的に実施、教える側の勉強にもなる
- * 各種工夫したKY(イラストKY、作業前一人KY、写真・ビデオ活用KY、ミラーKY、ペーシングKY等)を実施
- * ヒヤリハット報告を大幅拡大、思い出・空想ヒヤリも無記名で提出、情報共有化
- * 薬液接触危険低減のため、プロセス・設備改善等を実施
- * 月1度以上の頻度で、トップから安全のメッセージを伝達
- * 安全リーダー制を毎月リーダー交代で持ち回りとし、全員に安全リーダーをやらせる

第20回(1996年)

20-1) 旭硝子・愛知

- * 会社全体の安全・環境・防災の理念を受け、工場の安全衛生管理方針を3項目規定
- * 各課毎の安全管理計画を、一日生産ラインを停止して全員参加の職場討議を行い、策定
- * 部門ごとに部長の分身として部専任安全衛生担当者を配置
- * 各人が感じている危険要因(KY)を持ち寄り、全員討議で対策について整理、安全対策を提言し実施
- * QCサークル活動を安全のみに特化した安全サークル活動に変更
- * 多くの人から危険要因として取り上げられたテーマについて、関係職場・協力会社代表が検討チームを策定、改善
- * 安全研修インストラクターを社内養成、インストラクターが中心となり工場毎の教材作成、階層別の安全再研修実施

20-2) 東レ・岐阜

- * 会社経営理念の行動指針の第一に安全・環境を挙げる
- * 工場安全方針を制定、各職場に掲示
- * ISO品質マニュアルに準じて、安全・環境・防災マニュアルを制定
- * 内部監査、工場長監査を実施
- * 設備の安全設計施工基準、安全スイッチ設置基準などで標準化
- * 危険設備(NTカッター)排除のため全社プロジェクトとして取り組み全廃するなど、危険作業の安全化を実現
- * 管理監督者は日常活動の10%を安全に費やすことと規定
- * 毎月1回、工場長(安全委員長)メッセージを職場に掲示
- * 工場長はじめ管理監督者が毎日、安全ベルを鳴らして場内パトロール
- * 「手摺り持ち、指差呼称、ノーポケットハンド」など決められたことの遵守を徹底
- * 若手職員による安全サークル活動推進
- * KYT指差呼称大会など課対抗の大会を開催
- * 全員対象に安全に関する思いを作文、自声で録音したものを放送
- * KYの気づき状況を評価、低成績者を特に訓練
- * 安全ラベル表示などによる安全の意識付け
- * グループ毎に交通安全成績等の点数を競い、表彰
- * 定期検査時に関係部署・協力会社などが集まって工場の安全を誓い合う安全大会

20-3) 日本化薬・高崎

- * 会社の安全衛生活動方針に基づき、工場の方針を毎年度策定
- * モニター員が相互に職場に入って一日仕事に従事することで不安全行動・不安全箇所を摘出する安全モニター制度
- * モニター員の指摘を解析し、安全操作標準書を改訂、作業を改善し次のモニターで改善状況を確認
- * TPM活動の導入で各職場における小集団活動実施
- * 新製品製造開始、治験薬製造時など、段階を定めて安全審査実施
- * 毎月代表事例を選定して各職場へ紹介する新ヒヤリハット活動
- * 過去に発生した事例内容を記載した「安全カード」作成、当該作業前に活用
- * 年度毎の教育計画表に基づき、体系的な教育を実施
- * 事故発生時の初期消火など防災力向上のため、非常事態防衛組織を改編

20-4) 三菱化学・筑波研究所

- * 会社の環境・安全理念のもとに、安全の基本を規定
- * 毎月開催する中央安全衛生委員会を通じ、関連問題を討議・集約、各職場に持ち帰って反映
- * 研究所幹部による安全査察実施
- * 消火隊訓練、総合防災訓練を実施
- * 各実験室毎に実態にあった安全活動展開(安全自己評価、KY、ヒヤリハット、安全教育、パトロール等)
- * 類似労災防止のため、過去の事例検討、新人OJT教育
- * 実験安全事前評価の仕組みを規定、その中では、事故情報データベース等を活用
- * 実験室・グループ単位で管理面を主体に日常の安全活動に関する努力を自己定量評価
- * 放射線・組み替えDNA・高圧ガスの取り扱いについて各専門委員会を年1回以上開催、安全事項の報告・審査

日化協安全表彰受賞事業所における安全対策・活動抽出結果(18)

第21回(1997年)

21-1)大日本インキ化学工業・東京

- * 会社の環境保安の理念「環境保安管理規程」の下、全社環境保安重点目標を毎年提示、それを受けた工場目標設定
- * 毎年、環境保安担当役員によるトップ診断、本社環境保安本部長による環境監査、工場長診断を実施、進ちょく管理
- * 各種週間行事で社長メッセージ伝達
- * 小集団活動を発展的に名称・内容変更しながら、安全・品質を組み合わせたサークル活動として継続
- * 春・秋に発表会を実施、協力会社も含めた水平展開
- * 「潜在災害発掘推進要領」を制定、簡単な様式・グループ表彰評価により推進、集計・フィードバックして水平展開、DB化
- * 安全特別強化運動として、課題を挙げ全項目リスト化、各部署で計画を立てて推進
- * 休業災害事例を「災害事例集」として作成、同時に作成した「5S・安全基本動作集」と照合して活用
- * 「未熟練者含む教育校区」をひな形に、新入社員教育計画を策定・実施
- * 過去に発生した静電気事故事例を教訓に、特定集中活動期間を設定、「静電気災害防止指針」策定など
- * 本社査察、各種パトロールでの指摘事項を「改善指摘事項点検表」として周知・改善
- * 半期毎の事業所評価における評価項目としてレスポンス・ケア関連項目あり
- * 1対1で教育するマンツーマンOJT教育で、習得状況をチェックすることが規則で定められている

21-2)昭和電工・秩父

- * 会社の基本方針3項目に基づき、工場方針、重点実施事項、工場安全管理行動計画等を規程
- * 毎年、保安担当役員・環境保安部員による監査・査察あり
- * 毎月テーマ設定、危険予知・指差呼称などの安全先取り活動実施
- * 他工場の重大災害事例に基づき、社長から「特別危険作業の掘り起こし・対策」緊急通達、対策実施
- * 安全確保のため全社統一の「安全標準」、各工場毎の「安全衛生規程」ルール化、ルール見直し
- * 各種パトロールの強化により、自主パトロール実施・改善
- * 安全モデル職場制度の指定・成果発表
- * 従来から実施していたKY、ヒヤリハット、4S活動等を見直し、職場に即した活動としてリーダー制採用
- * 協力会社に対する2年に1回の全員対象再教育、新規入場時教育(受講者以外作業禁止)
- * 協力会社への工事安全連絡指示票発行、パトロールで実施確認
- * 設備新增設時の事前安全評価制度
- * 発生したトラブル事例について、工場長以下関係者の出席する検討会開催、原因究明・再発防止策検討
- * 設備技術部が製造部門の自主保全活動へ支援・教育実施
- * 計画保全実施、修繕会議を開催し製造側・設備側の意思疎通
- * 地震対策のため、設備・建屋評価、対策実施
- * 成文化された職務明細の中で、各役職の安全に関する職務も明示

21-3)積水化学工業・奈良

- * 工場において年度毎の安全衛生管理方針を策定
- * 5S運動について、マンネリ化防止のため毎年重点期間を設定、活動の狙いを明確にして展開
- * KY・指差呼称活動を実践、作業前に実施すべき事項・安全のポイントをまとめた「安全心得」作り込み
- * ヒヤリハット摘出(想定ヒヤリ・交通ヒヤリ含む)、不安全状態・不安全行動を改善
- * 工場長・幹部、安全管理者、安全衛生委員等による安全点検のほか、自職場の管理監督者が毎日安全点検実施
- * 新設備導入事前評価の体系的手法確立
- * 交通安全活動として、安全運転習慣づけのための活動、通勤時交通KYマップ作成等
- * 各職場に安全活動掲示板を設置、管理者は毎日の巡回時にチェックして内容確認・指導
- * 各職場の作業標準の活用状況について、管理者が毎日の巡回時にチェック
- * 成文化された職務明細の中で、各役職の安全に関する職務も明示
- * 外部研修派遣後は、必ず社内研修の講師を務めさせ、学んできたことの理解度を確認

21-4)住友化学工業・農業化学品研究所

- * 会社で品質・安全・環境に関する経営基本方針を規定、その方針に基づき研究所として年度毎活動方針設定
- * ルール遵守を基本とした全員参加による安全衛生活動推進
- * スタッフである安全衛生技術指導員、安全衛生推進員の育成・指導
- * 法規制に対応して設置された各種委員会には研究所長自ら参画
- * 本質安全な設備・システムの開発
- * 新人段階からの徹底養育、安全衛生推進員任命による実務・指導の分担によるさらなる成長
- * ガラス器具の取り扱いについて、「手引き」作成・活用、教育