

ものづくりの現場で役に立つ 事故・品質トラブルの未然防止・概論



阿部技術士・
労働安全コンサルタント事務所
阿部弘
Hiroshi ABE
(機械部門)

1. 緒言

孔子は、人の上に立って政治を行う者の心掛けるべきことを次のように述べている。
子曰、「君子不重則不威。學則不固。主忠信。無友不如己者。過則勿憚改。」(論語・学而編)

子曰く、「君子重からざれば則ち威あらず。学べば則ち固ならず。忠信を主とし、己に如かざる者を友とすること無かれ。過ちては則ち改むるに憚ること勿かれ。」と。¹⁾

このように、「過ちを犯した場合には、ぐずぐずせず、すぐに改める」、このことは政治家に限ることなく、人として心掛けるべきことである。

筆者は定年退職後、技術士・労働安全コンサルタント事務所を開設し各種業務を行っているが、基礎教育のテキストとして医薬品製造の現場で身につけた知識や経験を基に「ものづくりの現場で役に立つ事故・品質トラブルの未然防止」を作成、使用している。全体の構成は、以下のとおりであるが、事故・品質トラブルの未然防止のために何をなすべきか、本稿では第1章から第4章までの概要を述べる。

第1章 ものづくりの現場 1.1 ものづくり、1.2 ものづくりの現場で失われたもの、1.3 品質作り込みのフィードバック、1.4 マニュアル依存からの脱却、1.5 真の知るとは、1.6 剣毅木訥、1.7 三省 第2章 隠さない・嘘をつかない・辯證合わせをしない 2.1 隠さない・嘘をつかない・辯證合わせをしない職場環境、2.2 意志決定 第3章 事故・品質トラブルの未然防止 3.1 「ノー」と言える組織風土の醸成、3.2 事故・品質トラブルの未然防止 第4章 事故・品質トラブル未然防止の方法論 4.1 設計の役割、4.2 機械の安全化、4.3 リスク低減化手法 第5章 事故事例 5-1. 三菱マテリアルの事故～5-8. スペースシャトル・チャレンジャー号

2. ものづくりの現場

2-1. ものづくり

「ものづくり」という言葉が生産や製造を意味する言葉として盛んに使われるようになったのはいつ頃からであろうか。高度成長期からバブル崩壊を経て、1990年代後半から日本の製造業は回復の動きとなった。このような業績回復を支えたなかに鋳造、鍛造、金型、

金型プレスなどの素形材産業の存在があるが、素形材産業に対する社会的認知度は高いものではなかった。「ものづくり基盤技術振興基本法」は1999年3月19日に公布されたが、その頃から、製造業を3Kのようなネガティブではなくポジティブなイメージで捉える言葉として「ものづくり」という表現が、企業やマスメディアの間でも広く使われるようになったようである。

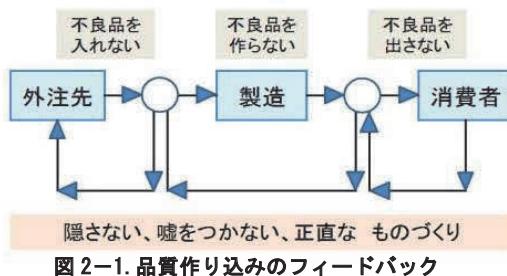
2-2. ものづくりの現場で失われたもの

いわゆる高度経済成長期は1954年12月から始まり、1973年11月までの間、実質GNP(当時の指標、その後GDP、現在GNI)は毎年約10%以上増加した。高度経済成長期には国家規模のビッグプロジェクトが次々と計画、実施された。例えば、東京タワーは1957年6月に着工し、1958年12月に完成。東海道新幹線は1959年4月に着工し、1964年10月1日に営業運転を開始。その9日後の10月10日には東京オリンピックが開会している。また、1970年には大阪で万国博覧会も開催された。

しかし、今、品質立国日本の地位(相対的)は落ちているのではないだろうか。例えば、①大学付属病院患者誤認事故 ②JCO 臨界事故 ③地下鉄脱線事故 ④ダイオキシン汚染 ⑤リコール隠し事件 ⑥雪印乳業集団食中毒事件、これらは1999~2000年の間に起きた事故や不祥事である。30年の時を経て、このような事故や不祥事は無くなつたのか。技術的に未知なものであれば止むを得ない面もあるが、不注意や、ポカミスのようなものが依然としてあるのは何故だろうか。また、明らかなコンプライアンス違反に属するものがあるのは何故なのだろうか。このように30年の時を経てもなお、種々の事故・品質トラブルが発生している。これらの中には単純な「人間のエラー」が引き金になった事故だけでなく明らかにモラルの欠如と思われる人間の行動による犯罪若しくは犯罪まがいのものも含まれており、これらの「恥知らずの面々」の行動には愕然とさせられる。

近年、IT技術の発展により誰もが簡単に世界中から欲しい情報を手に入れることができるようになった。この行為は特別に責められるものではないが、入手した情報を安易に利用することにより生じる弊害があることを忘れてはならない。本来、知識や経験は努力して、苦労して身につけるべきものであり、真偽は元より本質を見抜く努力を怠るとそのつけは自分に返ってくる。今、正に、組織を構成する個々の知的レベルが試されている。バブル崩壊以降の失われた30年の間に、ものづくりの現場で失われた「本質(真実)を追求する意欲」を復活しなければならない。

2-3. 品質作り込みのフィードバック



品質は最終的には消費者によりその評価を受け、異常があれば苦情として製造現場にフィードバックされる。製造現場ではこのような品質異常を発生させないように品質並びに工程管理を実施している。図2-1は品質作り込みの考え方(フィードバック)を

示したものである。製造工程内の小さなフィードバックのループから消費者、外注先を巻き込んだ大きなループまで多様な形態があるが、これらのループの何れもが有機的に結合することにより安定した品質を保つことができる。

2-4. マニュアル依存からの脱却

新しい機械などを導入した場合、マニュアルが頼りになるが、マニュアルから少しでも外れると対応できない人間が少なからずいる。それはマニュアルを教えることではなく学習の仕方を教える教育が不足しているためと思われる。積極的な人間は自ら進んでわからぬことを調べようとするが、そうでない人間は「マニュアルに書かれていないからトラブルが発生した」とか「点検するように書かれていなかったので点検しなかった」などと言って、マニュアル作成者を責めようとする。

この場合、教育を受ける姿勢に問題があるのは間違いないのだが、教える側の姿勢も見直さなければならない。学習の仕方を教えるだけの余裕がないため、無意識にマニュアル依存人間を乱造している現実があるのかもしれない。また、どのようなものづくりの現場にも職人技に頼らざるを得ないことが少なからずある。マニュアルには書ききれないし、調べても答えが無い、そこの現場でしか解決できない作業がある。このような作業はじっくり時間をかけて伝承していくしかないのだが、教える側がこれらのこと理解しているだろうか。この点が、安全な環境で作業ができ、品質が安定した製品をつくることができるか否かの分かれ道と考える。

ものづくりの現場には伝承しなければならないことが数多く存在している。しかし、コスト競争に晒され、合理化により人員削減が進められたものづくりの現場においてこれらの伝承は進んでいるのだろうか。伝承の成否は教育にかかっている。

ものづくりの現場ではいろいろなトラブル、事故が発生しているが、そのほとんどが人間行動に起因している。人間が介在する作業で、結果として生じるヒューマンエラーをどのようにして未然防止すべきか。ものづくりの現場における教育の役割は大きい。教育システムの見直しはそれぞれのものづくりの現場において取り組むべき重要なテーマである。

2-5. 真の知るとは

孔子は、知らないことまで知ったかぶりをする弟子の子路(由)を次のように諭している。

子曰、由、誨女知之乎、知之為知之、不知為不知、是知也。²⁾（論語・為政編）

孔子は「真に知る」とは、自分の知っていることは知っているとし、知らないことはまだ知らないことであると明確に区別してわきまえることだと述べている。

2-6. 剛毅木訥

孔子は「仁」を最高の道徳と考えているが、論語の中では明確に定義されていないようである。孔子は相手の質問に応じてさまざまに答えており。

ここでは、論語の中から剛毅木訥と巧言令色について紹介する。

子曰、剛毅木訥、近仁、³⁾（論語・子路編）

孔子は「意志がしっかりして物事に屈せず、飾り気がなくて口数が少ない人は仁に近い」

と述べている。

子曰、巧言令色、鮮矣仁、⁴⁾（論語・学而編）

孔子は「言葉を飾って巧みに言ったり、他人の気に入るよう顔色をよくし、飾るような人には、仁は殆どないもの」と述べている。

2-7. 三省

孔子の教義を後世に伝えた第一人者といわれる孔子の門人の曾子は、「われ日にわが身を三省す」と述べている。

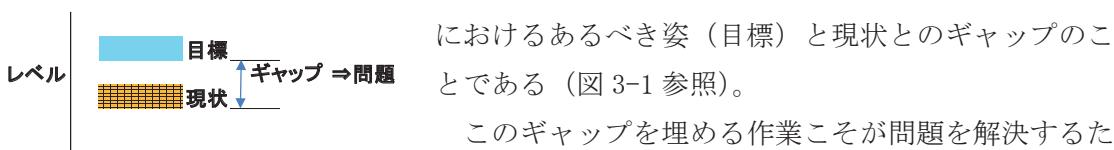
曾子曰、吾日三省吾身、為人謀而不忠乎、與朋友交言而不信乎、傳不習乎、⁵⁾（論語・学而編）

三省の三は多くの意であり、例えば、曾子は「人のため何かをしようとしたとき、だまして、真心（忠）を尽くさないことがなかったか、友達との交際において、嘘をつかなかった（信）か、十分に習熟しないまま人に教えはしなかったか」など、毎日、自分の行ったことについて何度も反省すると述べている。

3. 隠さない・嘘をつかない・辯諍合わせをしない

3-1. 隠さない・嘘をつかない・辯諍合わせをしない職場環境

問題とは何か。問題とは研究・論議して解決すべき事柄であり、解決すべき事柄（対象）



このギャップを埋める作業こそが問題を解決するための研究や論議である。このギャップを埋める作業を始める前にやらなければならないことがある。それはギャップを正確に認識する作業である。チームで行う場合はメンバー全員の認識を一致させておかなければ時間と金の浪費に終わってしまうことになる。

認識を統一するためには各メンバーの持っている価値判断をはかる尺度（ものさし）を揃えることが必要になる。物の長短を測る道具としての「ものさし」であれば公平無私であるが、ものの価値をはかる尺度となるとそれほど簡単ではない。広辞苑には「価値とは個人の好悪とは無関係に誰もが「よい」として承認すべき普遍的な性質」とある。簡単ではないが、ものの価値をはかる尺度を揃えることは問題解決のための必須条件なのである。

問題が発生した場合、普通の組織であれば「問題が発生したので今後の対応を協議する」ということになり、関係者が招集される。この協議の場で、出席メンバーの認識が不揃いのまま、協議が進行すると大変なことになる。話がまとまらないだけであれば大きな問題ではないが、隠したり、嘘をついたり、辯諍合わせに走ると「組織ぐるみの不祥事」との評価を得て、世間の非難を浴びることになる。人間が介在する作業において結果として生じるヒューマンエラーの未然防止実現のためには、隠したり、嘘をついたり、辯諍合わせをしない職場環境の実現が不可欠なのである。不都合な真実こそオープンにし、ギャップを埋める努力を怠ってはならないのである。

3-2. 意志決定

ものづくりの現場では日々何らかの意志決定が行われている。ものづくりにおける品質は、不良品を入れない（原材料に関する）、不良品を作らない（製造に関する）、不良品を出さない（出荷に関する）ことにより獲得できる。そして、発生した事故・品質トラブルについては、隠さない、嘘をつかない、辯護合わせをしない姿勢を貫くことにより再発防止を実現することが可能となる。これらの全てに人間が介在し、何らかの意思決定が行われているのである。

一方、作業や操作におけるヒューマンエラーの発生頻度や疲労との関係などに関する研究は、心理学や人間工学の分野で始まり、その研究成果はものづくりの現場にも応用されている。そして、ものづくりのための装置やシステムが複雑になり高度に自動化されると、装置やシステムと人間（ヒューマン）との役割分担や協調作業を考慮しなければならない。例えば、目視検査から自動検査に移行する場合、目視検査員は自動検査装置のオペレータとなるため、その役割（検査と操作）を協調させる必要が生じる。

航空機が衝突するかもしれないという緊急事態に遭遇したとき、衝突回避システムにおける自動回避と手動回避の何れの操作を選択すべきかパイロットには重い決断が課せられている。装置やシステムの判断をどこまで信頼するのか、人間との役割分担には解決すべき多くの問題がある。特に、製造物責任法施行後、設計者はフルプルーフやフェイルセーフの手法を盛んに用いるようになった。エラーをしても安全側に作用し、重大な事故にならないよう配慮した設計をしなければ、その製品は使用者には受け入れられないからである。このように技術の進歩につれて装置やシステムの信頼性も向上しているはずなのであるが、相変わらず、事故・品質トラブルは跡を絶たない。過去に発生した大きな事故・品質トラブルについては各種のデータベースにより原因の調査結果や再発防止対策等が公表されている。そして、これらを基に、共通する事故や品質トラブルの発生要因など、各種の分析が行われている。

4. 事故・品質トラブルの未然防止

4-1. 「ノー」と言える組織風土の醸成

山本七平著「空気の研究」の中に、次のような件（くだり）がある⁶⁾。

「空気」とはまことに大きな絶対権を持った妖怪である。一種の「超能力」かも知れない。（中略）この「空気」なるものの正体を把握しておかないと、将来なにが起こるやら、皆目見当がつかないことになる。

組織の中で、「-----と思うが、どうか？」と上が言えば、それを受け、下は動かざるを得なくなるのではないだろうか。ここは、「どうか？」で止めてはいけない。その場の空気が関係者の判断に影響を及ぼすようではいけないのである。時には、その場の空気に水を差すことができる組織風土（共有・伝承されている価値観・行動規範・信念の集合）でなければならないと考える。

4-2. 事故・品質トラブルの未然防止

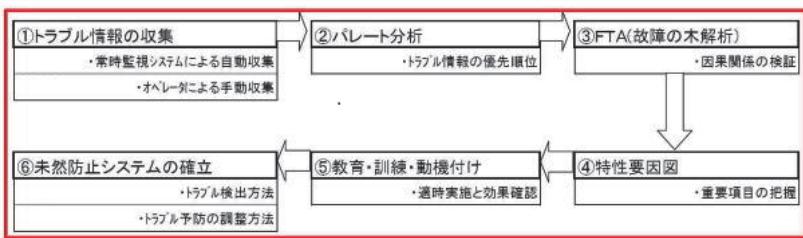


図 4-1. 事故・トラブルの未然防止の進め方

① 事故・品質トラブル情報の収集

発生した事故・品質トラブルを分類し、時系列に並び替え、それらの軽重を判断する。ものづくりの現場ではチョコ停から長時間停止まで種々の事故・品質トラブルが発生している。

② パレート分析

図 4-2 はパレート図の一例を示したものである。パレート分析とは、問題とする事象をいくつかの項目でとらえ、項目ごとの値を棒の高さで表し、その高さの順に並べた棒グラフとそれぞれの棒の高さを累積した折れ線グラフで表した図を用いるものである。収集した事故・品質トラブル情報の中からアクションの対象項目を見出し、優先順位をつけるには最適な手法である。

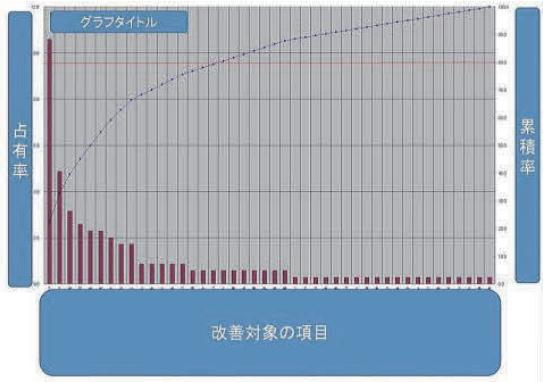


図 4-2. パレート図（一部非表示）

③ FTA（故障の木解析）、④ 特性要因図

①事故・品質トラブル情報の収集、および②パレート分析で見出した対策項目について図 4-3. FTA（故障の木解析）⁷⁾ と図 4-4. 特性要因図を用いて重要項目の絞り込みを行う。

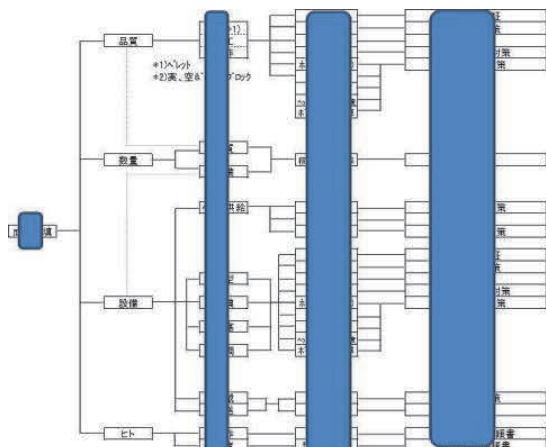


図 4-3. FTA（故障の木解析）（一部非表示）

詰めていく方法が効果的である。

なお、FTA の目標は事故・品質トラブルの起こり易さを確率論的に数値で評価することにあるが、個々のデータ収集が不十分なことが多く、数値で評価することは困難なことが

図 4-1 は、事故・品質トラブルの未然防止の進め方を 6 段階に分けて示したものである。

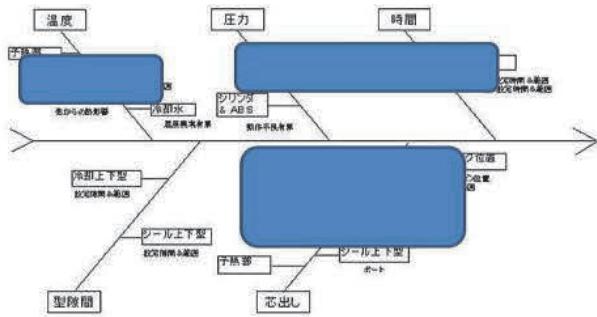


図 4-4. 特性要因図（一部非表示）

呼ばれ、関連する要因を大中小（大骨、中骨、小骨）に分類し、体系的に検討する手法である。

⑤ 教育・訓練・動機付け

担当者へ分析結果について、何が最大の効果を発揮したのか具体的に説明する。知識として定着させることが重要である。

⑥ 未然防止システムの確立

未然防止のための管理手法を確立する。品質を保証することでトラブルの影響を緩和させる方法として、製造工程における全数検査と抜き取り検査がある。これらの最適な方法の採用、並びに採用した方法の維持管理が重要である。機械装置であれば検出精度の維持と向上のための改善、検査員であれば検査能力の維持と管理が必要となる。

5. 事故・品質トラブル未然防止の方法論

5-1. 設計の役割

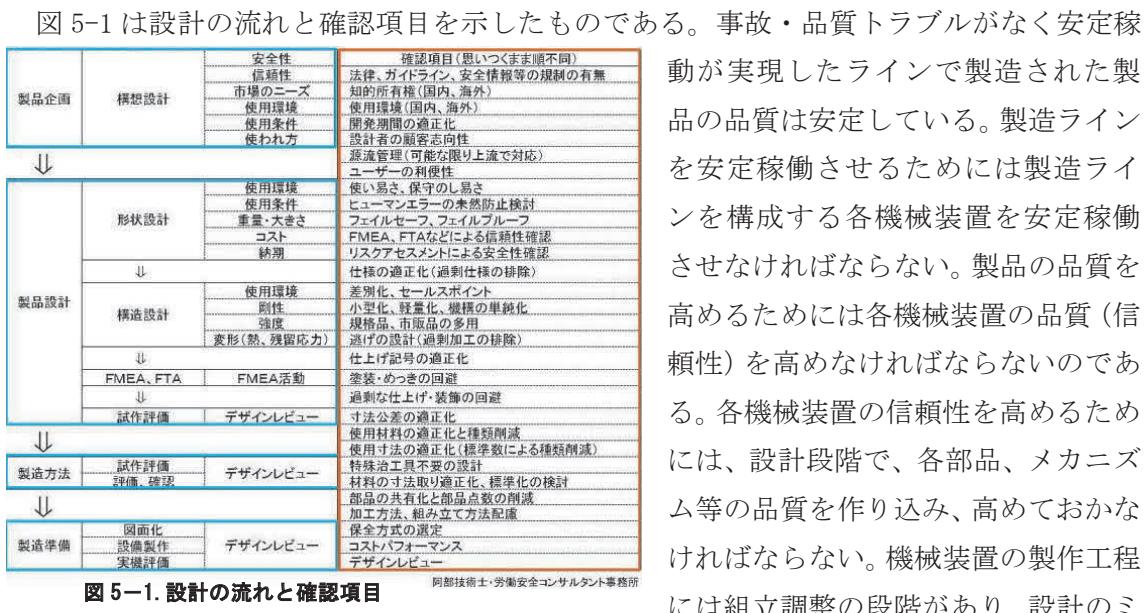


図 5-1. 設計の流れと確認項目

図 5-1 は設計の流れと確認項目を示したものである。事故・品質トラブルがなく安定稼動が実現したラインで製造された製品の品質は安定している。製造ラインを安定稼働させるためには製造ラインを構成する各機械装置を安定稼働させなければならない。製品の品質を高めるためには各機械装置の品質（信頼性）を高めなければならないのである。各機械装置の信頼性を高めるためには、設計段階で、各部品、メカニズム等の品質を作り込み、高めておかなければならぬ。機械装置の製作工程には組立調整の段階があり、設計のミスを見事に補完する「職人技」が飛び出することもあるが、ほとんどの場合において設計の未熟さまではカバーしきれない。機械装置の信頼性は設計において品質が作り込んでいるか否かにかかっている。

5-2. 機械の安全化

多い。

また、特性要因図は石川馨が考案した、特性と要因の関係を系統的に線で結んで表した図のこと、イシカワ・ダイアグラムとも呼ばれる。また、魚の骨のように見えることからフィッシュボーン・チャート、魚の骨図とも

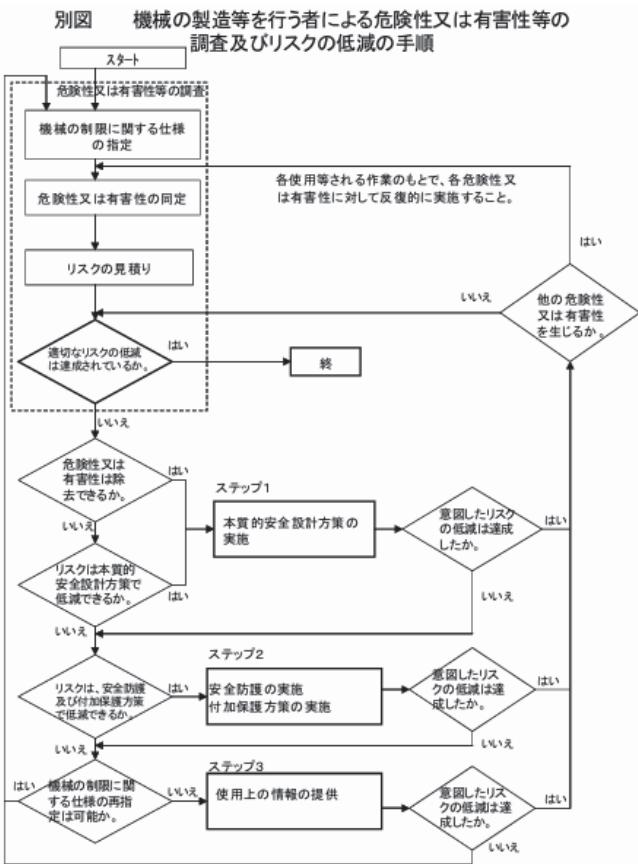


図 5-2. 機械の安全化の流れ（実施すべき事項） 8)

そかにしてはならない。そして、設計者は自分が設計製作した「もの」が、社会に役立つ反面、人を傷つけることがあるということも認識しておかなければならない。設計者は、自分が設計した「もの」を使う人の立場や状況にまで思いを馳せなければならないのである。

安全の分野では厚生労働省から「機械の包括的な安全基準に関する指針」が公表されている。その中で、機械の安全化のために機械のメーカー、ユーザーそれぞれが実施すべき事が定められている。機械の安全化は事故・品質トラブルの未然防止に繋がる重要なポイントなのである。図 5-2 は機械の安全化の流れを示したものである。この中で、保護方策の実施として本質的安全設計方策が挙げられている。そして、実施の流れは、①本質的安全設計方策の実施、②安全防護及び付加保護方策の実施、③使用上の情報の作成の順番になっている。本質的安全設計とは、設計の段階から「為すべきことを配慮すること」であり、最も本質的な安全の確保の方法であり、次の二つの方法を指している。

- (1) 危険性又は有害性（以下「危険源」という。）を除去する方法
- (2) 作業者が危険源と接触する機会を低減する方法

労働災害は何らかの不安全状態や不安全行動が原因となり発生することが多い。このような不安全行動や不安全状態があっても労働災害を発生させないためには、設備や作業環境などにおける「フループルーフ化」 や「フェイルセーフ化」が必要になる。本質的安全

自然災害が発生したとき人工物が自然のエネルギーに耐え切れず大きな災害となることがある。2011 年 3 月 11 日に発生した東日本大震災による災害もそれである。英知を結集して設計製作していたはずの原子力発電所が一瞬にして破壊されてしまった。想定外の規模であったということだけで片付けられない。設計が広辞苑でいう「ある目的を具体化する作業。製作・工事などに当たり、工費・敷地・材料及び構造上の諸点などの計画を立て、図面その他の方で明示すること」であるならば、可能な限り上流の計画段階で品質や安全を作り込まなければならぬ。

「もの」を具体化するための「考えるプロセスである設計」をおろ

設計方策にはフルプルーフやフェイルセーフによる安全化は欠かせないと考える。

国際安全規格である ISO12100 には、本質安全設計によるリスクの低減、安全防護によるリスクの低減、 使用上の情報によるリスクの低減 という順番で行うことが明記されている。JIS B9700（機械類の安全性-設計のための一般原則-リスクアセスメント及びリスク低減）は 2010 年に発行された ISO12100 を基に、技術的内容及び構成を変更することなく作成した日本工業規格である。この規格は、機械類の設計において安全性を達成するときに適用される基本用語及び方法論について規定している。また、設計者がこの目的を達成することを支援するため、リスクアセスメント及びリスク低減の原則も規定している。

5-3. リスク低減化手法

前述のとおり、機械の包括的な安全基準に関する指針には機械の安全化のために機械のメーカー、ユーザーそれぞれが実施すべき事項が定められている。何か重大な事故が発生

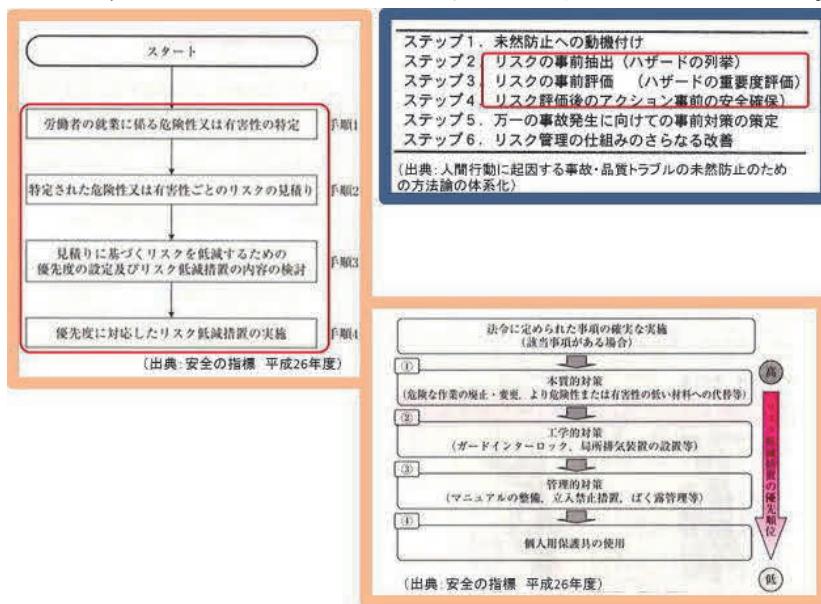


図 5-3. リスクアセスメントの手順と未然防止の 6 ステップ⁹⁾¹⁰⁾

ブルの未然防止のための「方法論の体系化」に記載されている 6 ステップを比較したものである。何れの低減化手法も「危険源を抽出・特定し、リスクを評価した後、その評価結果に基づき、リスク低減措置を実施する手順」となっている。設計者はこの作業を可能な限り上流の計画や設計の段階で実施し、安全や品質の作り込みを行うことが最も効率的な対応であることを認識すべきと考える。

6. 結言

1980 年代、設計者は使用者の視点に立ち、多様化する使用者の特性に対応すべく設計に腐心していた頃、品質管理に関わる不正を始めていた大手企業の存在が、ここ数年、次々と明るみに出てきている。

一方、事故や品質のトラブルの未然防止に取り組みながら心血を注いで開発した O 化工機の「噴霧乾燥機」が生物兵器製造に転用と判断され、無許可輸出したとして、2020 年 3 月 11 日、会社の代表者らが逮捕・拘留された事案では、検察官による公訴提起が行われた

した場合、そんな指針があるなんて知らないかったでは済まない。ものづくりの現場では果たすべき義務があることを認識しておかなければならぬ。図 5-3 は指針に記載されているリスクアセスメントの手順と日本品質管理学会発行の「人間行動に起因する事故・品質トラブルの未然防止のための方法論の体系化」

が、初公判の直前の 2021 年 7 月 30 日、罪に当たるかどうか疑義が生じたとして起訴が取消された。そもそも犯罪が成立しない事案にものづくりの現場が巻き込まれた冤罪事件である。しかし、本事案は必ずしも特別な一つではない。ものづくりの現場ではないが、大阪地検特捜部主任検事による証拠品 FD(フロッピィディスク)のデータ改ざん事件は、2009 年 7 月、郵便割引制度が悪用された「郵便不正事件」に、当時、厚生労働省局長の M 氏が関与したとする捜査担当の主任検事が描いた筋書きに合わせるため、証拠品である FD のデータを改ざんした冤罪事件であった。

設計者が使用者の視点に立って腐心して設計したものに、品質を造り込み使用者に提供しなければならないものづくりの現場で、今なお、跡を絶つことなく繰り返されている不祥事が、”品質立国日本” の信頼を揺るがしているのである。品質立国日本の再生のためにはものづくりよりも人づくりを優先させる必要があるのではないだろうか。

7. 引用文献・参考文献

- 1) 鎌田正：わかりやすい論語・孟子、学燈社 pp. 31-32
- 2) 金谷治：論語、岩波文庫（2013）pp. 43-44
- 3) 同上 p. 267
- 4) 同上 pp. 21-22
- 5) 同上 pp. 22-23
- 6) 山本七平：空気の研究、文芸春秋（2018）p. 19
- 7) 塩見弘、島岡淳、石山敬幸：FMEA、FTA の活用、日科技連（2001）pp. 69-98
- 8) 厚生労働省、機械の包括的な安全基準に関する指針、別表
- 9) 安全の指標、中央災害防止協会（2012）
- 10) 中條武志ほか：人間行動に起因する事故・品質トラブルの未然防止のための方法論の体系化、日本品質管理学会（2002）p. 14

上記以外の閲覧ホームページ・参考図書・参考文献

- James Reason : Human Error (1990)
- James Reason : Managing the Risks of Organizational Accidents (1997)
- 真壁肇：信頼性工学入門改訂版、日本規格協会 (2000)
- James Reason : Managing Maintenance Error (2002)
- James Reason : The Human Contribution (2008)
- 鈴木和幸：信頼性・安全性の確保と未然防止、JSQC 選書 19、日本規格協会 (2011)
- 阿部技術士・労働安全コンサルタント事務所ホームページ、<https://www.abecon88.com>
- 厚生労働省ホームページ、<https://www.mhlw.go.jp>
- 内閣府ホームページ、<https://www.cao.go.jp>