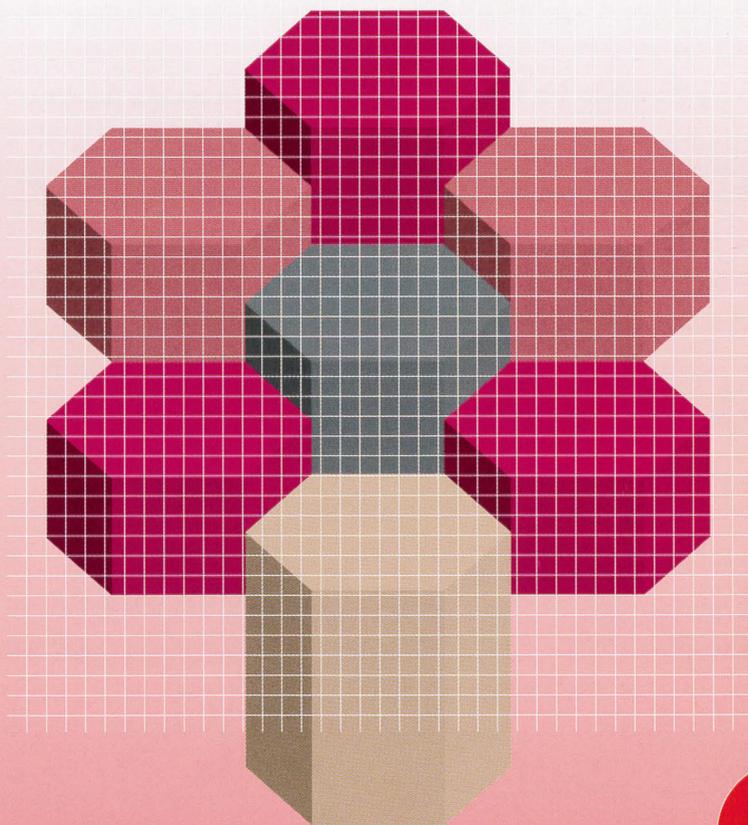


品質月間テキスト

No. 375
2010

品質管理を基盤とする 信頼性・安全性の確保



鈴木 和幸 著



品質月間委員会

●第51回品質月間(Quality Month)を迎えて●

主催

品質月間委員会 財日本科学技術連盟 財日本規格協会 日本商工会議所

品質月間は、昨年で記念すべき第50回目の半世紀を迎え、1つの大きな節目の年が過ぎました。世界同時不況により、わが国はこれまでにない厳しい経済環境におかれましたが、関係各位のご努力とご協力により品質月間の各活動を無事終えることができました。

さて、今年の品質月間は、前回の節目を機に、新たな第1回目のスタートを切る、という気持ちで、次のテーマといたしました。

品質の原点にかえり 先駆者の知恵に学ぶ

環境の変化が一層激しい今こそ、様々な経営課題や職場の問題を解決していくために、「品質」という原点を忘れずに、先駆者が培ってきた努力や知恵をしっかり引き継ぎ、さらに新たな知恵と工夫、価値を付加することが大切ではないでしょうか。

これまで日本の強みであった「品質」は、急激な経営環境の変化、グローバル化、新興国の追い上げにより、足下から揺らいでいるように思えてなりません。これからの安全・安心で豊かな社会の実現のためにも、品質月間という御旗を通して、「品質」、「品質管理」の重要性を産業界はもとより、消費者にも伝え続けていかなければならないと思います。

このような背景を踏まえ、今回の品質月間では、下記の7冊の月間テキストを作成いたしました。今回の月間テキストには、仕事に役立つ知識や事例がたくさん詰まっています。是非、皆様のスキルアップの一環として、あるいは品質活動に関する教材として品質月間テキストを積極的にご活用ください。

2010年8月 第51回品質月間委員会委員長 大藤正
(玉川大学 経営学部国際経営学科 教授)

No.	対象	品質月間テキストタイトル	著者(敬称略)
373	トップ、部課長	品質の原点にかえり 先駆者の知恵に学ぶ -先駆者からのメッセージ-	朝香鐵一 (東京大学名誉教授)
374	トップ、部課長	ニッポン品質の更なる飛躍を目指した ブランドマネジメント	加藤雄一郎 (名古屋工業大学准教授)
375	設計者、技術者、 品質保証	品質管理を基盤とする信頼性・安全性の確保	鈴木和幸 (電気通信大学教授/ 社日本品質管理学会会長)
376	設計者、技術者	やさしく読める品質工学の基本的な考え方	長谷部光雄 (のっば技研/元(株)リコー)
377	ソフトウェア技術者	ソフトウェア品質・はじめの一歩 -開発現場からのメッセージ-	内山幸央 (株アイ・アンド・ティー)
378	部課長、一般	続 ヒューマンエラーの防止 -作業・工程において安全を確保するには-	中田 亨 (独)産業技術総合研究所)
379	部課長、 QC サークル、 一般	これからのリーダーが身につけておきたい 実践 コーチングスキル	町田勝利(財日本科学技術連盟 嘱託)、 片倉紀夫(KATACHAN 研究所)、 佐藤直人(KYB(株))、 小林孝(米海軍横須賀基地)、 藤田宰(QC サークル本部指導員)

※昨年までのテキストも、一部日科技連出版社にてお取り扱いしております。品質月間中はもちろん、品質月間以外でもお買い求めいただけます。

【お問合せ先】 日科技連出版社 電話 03-5379-1237・1238

はじめに

以下の問いに答えてください。

- Q1. あなたのお仕事は何でしょうか。
- Q2. 2020年、BRICs + ベトナムの中産階級以上(年間所得が6000ドル以上の人々)の総所得は、G7のどのくらいになるでしょうか。ここでG7とはアメリカ、イギリス、フランス、ドイツ、日本、イタリア、カナダをいいます。
- Q3. インドのタタ自動車が2009年に発売したタタナノという自動車の価格は10万ルピーです。1米ドル = 87円とすると、約19万円です。この車の100gあたりの価格は日本車100gあたりの価格と比べ、何分の1でしょうか。
- Q4. 皆様の中でこれまで、失敗またはエラーをしたことがない方はいらっしゃいますか。
- Q5. 最近の失敗またはエラーを1つ取り上げてください。この失敗・エラーは過去に経験したことがありますか。あるいは、類似のものが過去にありましたか。あるいはまったく新しい失敗でしょうか。
- Q6. 1つのプロジェクト・業務が完了したとき、他の業務につかずに、このプロジェクトにて培った技術を伝承するために、例えば1ヵ月間などの振り返りの期間を必ず割いていますか。
- Q7. 新規開発において機能試験や信頼性試験に合格するだけで、理論的な裏づけなしに市場に出荷することがこれまでにありましたか。
- Q8. あなたの会社では、個人の貴重な経験や技術・ノウハウを開示すると自分の存在価値がなくなるとおそれ、これらが暗黙知になっていることがありますか。

Q9. 開発ルール，設計ルールなどの開発・設計に関する“標準”がどの程度蓄積され，整理され，活用されているかが目に見えるようになっていませんか。

Q10. 表1は日本とアメリカとカナダの統計教育の比較を示したものです。日本は①～③のどれでしょうか。

以上，10項目の質問をさせていただきました。これらの説明は本文中にて示しますが，Q1だけ先に一緒に考えましょう。ヨーロッパにて昔から伝わる，礼拝堂を作っている三人の石工の話です。3人の石工に，「ここであなたは何をしていますのですか。」と尋ねました。3人の石工の回答は次のとおりです。

第一の石工 「私は石工で，レンガを積み重ねています」

第二の石工 「私は1時間に15ドル稼ぐために働いているのです」

表1 日本とアメリカとカナダの統計教育の比較

Q10 日本は①～③のどれでしょうか？

国	年齢										
	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
	初等教育						中等教育前半				
①	統計グラフ・表・図	絵(スケール含む)・タリ-・棒・ラインプロット(×を積み上げる)			絵(スケール含む)・タリ-・棒・ラインプロット(×を積み上げる)・線			ヒストグラム・箱ひげ・散布図			平行箱ひげ図
	基本統計量	最大(最頻値)			外れ値・範囲・最頻値・中央値・平均			平均・四分位範囲・散らばり・関係/直線			相関係数・回帰式
	チャンス・確率	起こりそう/起こりそうもない			起こりやすさの程度 確か/同程度/不可能 予測・起こりやすさ:0-1			余事象/排反事象 結果の洗い出し(樹形図)			確率分布・条件付確率
②	統計グラフ・表・図	絵	線・棒・タリ-		幹葉図	2重棒グラフ			相対度数・表・円	ヒストグラム・散布図	
	基本統計量			最頻値	中央値	範囲	平均		直線		
	チャンス・確率	起こりやすさ			頻度予測	結果予測	分数表現	理論確率	実験確率 理論確率	予測	
③	統計グラフ・表・図			棒	折れ線	円・帯					
	基本統計量						平均				
	チャンス・確率							基本的な確率			

日本統計学会・統計教育委員会「初等・中等数学教育における統計教育カリキュラムの国際比較～先進諸国のカリキュラムの達成目標と学習内容～」

第三の石工 「私はこれから長年にわたってここに建ち続け、訪問者たちに精神的な憩いの場を提供する礼拝堂を作っているのです」

皆様は先の質問 Q1 に対し、第三の石工のように目的・生きがいをもって回答されましたでしょうか。私たちは目的を忘れて、締切りに追われている目の前の業務そのものを仕事と捉え、第一の石工のような回答をしがちです。日本的品質管理(TQM : Total Quality Management)は顧客満足の達成を第一の目的とし、組織構成員全員が汗してデータ(事実)を収集し、これにもとづき、PDCA のサイクルを回すことにより効率的に目的を達成し、自己の成長と社会の繁栄に寄与するための科学的な管理技術です。言い換えれば常に目的志向を考える体系的かつ科学的な誰でもが身につけるべきマネジメント技術です。

特に本稿では、品質管理の中でも信頼性・安全性を高めるための基本的考え方を示しました。JSQC(日本品質管理学会)選書、信頼性技術叢書などの多くの優れた書籍が出版されていますので、これも是非活用されてください。

2010年9月

電気通信大学 教授
(社)日本品質管理学会 会長
鈴木 和 幸

目 次

はじめに	i
1. 新興国の勢いと日本の危機	1
1.1 インドの勢い	1
1.2 BRICs とベトナムの勢い	2
2. 信頼性と安全性	3
2.1 信頼性・安全性確保への動機づけ	3
2.2 信頼性と安全性	4
3. 信頼性・安全性確保への現場活動	6
3.1 トラブルへの迅速・適切対応	6
(1) 平時の段階にて検討すべき事項	6
(2) 有事における対応	7
3.2 トラブルの再発防止	7
(1) トラブルの再発防止と PDCA	7
(2) PDCA とは	8
(3) 根本原因分析	10
4. 信頼性・安全性におけるトラブルの再発防止と技術伝承	13
5. トラブルの未然防止	21
5.1 RCA による未然防止	21
5.2 組織を超えたトラブル情報の共有による未然防止	22

5.3	インシデント情報の活用による未然防止	23
5.4	新技術・新規トラブルへの予測の視点	24
5.5	ハザードに着目した未然防止	28
6.	信頼性・安全性確保への組織－トップのリーダーシップと安全文化の構築－	32
7.	信頼性・安全性確保へのシステム－品質保証システム－	34
7.1	固有の信頼性・安全性と運用・使用の信頼性・安全性のギャップの克服	34
(1)	市場分析にもとづく 5W1H の把握	35
(2)	上記(1)の情報にもとづく源流管理	35
(3)	上記(1)にもとづく評価	35
(4)	市場品質情報の“見える化”とその活用	35
(5)	状態監視(モニタリング)による運用・使用性能の把握	35
(6)	万が一の事態が発生した場合への事前対処	35
7.2	グローバル生産と高度技術下での QA 体系の確立	36
7.3	保全を中心とする QA 体系の構築	36
(1)	予防保全による運用・使用の信頼性・安全性向上	37
(2)	次世代信頼性・安全性情報システム	37
(3)	保全性教育の再考と徹底	38
(4)	企画・開発設計から保全段階までの一貫した QA 体系	38
8.	信頼性・安全性確保への社会・行政の役割－社会・行政とインフラ構築－	39
8.1	ユーザとメーカーと社会・行政の三位一体活動	39
(1)	消費生活用製品安全法の改正	39
(2)	長期使用製品安全点検制度	40
(3)	長期使用製品安全表示制度	40
9.	むすび	42

1. 新興国の勢いと日本の危機

1.1 インドの勢い

インドの Tata 自動車が2009年に発売した“Tata Nano(タタ ナノ)”は1米ドル=87円での試算では18万6000円となります。これを100gで試算すると33円です。日本の乗用車や商用車は100gあたり150円から200円が主流を占めます。価格差は5～6倍にのぼります。

皆様の中には、「いや、Tata Nanoは品質と信頼性で日本車にはとうてい追いつけない」と思っている方が多いかもしれません。ところがいま、インドの自動車部品メーカーでは盛んに品質改善活動が行われています。1998年より、2009年までに16社がデミング賞実施賞の栄に輝いています。例えばインド、チェンナイ(マドラス)に拠点をもちR社は、品質管理を本格的にはじめて、わずか5年の間に、車両メーカーへの納品不良率を1.6%から、11ppm(100万個当たりの不良数が11個)に改善、輸出高も5年間で、300万ルピーから5億7200万ルピーに向上させています。そして、従業員のQCサークル活動への参加率は100%を達成しています。

同じくチェンナイに拠点をもち自動車部品メーカーL社も、品質管理導入後5年間で車両メーカーへの納品不良率3ppmを達成しています。

大事なことは、デミング賞を獲得したほとんどのインドの会社は“日本的品質管理TQM”によりこれらの実績を達成していることです。これに対し、この10年間、日本の企業がデミング賞を受賞したのはわずか5社にすぎません。

この1月、Tata自動車の社長ラジーヴ・ドゥベールは、3年以内に“アメリ

カにて、Tata Nano を販売する”とTVにて語っています。

1.2 BRICs とベトナムの勢い

ゴールドマンサックスレポート[4]によれば、2020年のBRICsとベトナムの中層階級以上(年間所得6000ドル以上)の総所得は、G7の約8割になると予測しています。これまで、多くの日本企業が、生産をBRICs +ベトナムにて行ってきましたが、これからは生産のみではなく、販売もこれらの地域に頼らざるを得なくなります。

慣習や文化もまったく異なるこれらの新興国では、開発設計時に想定し得なかった種々の使われ方、環境条件に遭遇するはずで、”この安全性の問題は想定外でした！”ではすまされない事態が生じるでしょう。これらの未然防止を次章以降、考えていきたいと思います。

2. 信頼性と安全性

2.1 信頼性・安全性確保への動機づけ

いま、読者は健康のありがたさを実感されているでしょうか。私達は病気になってはじめて、健康のありがたさを痛感します。信頼性・安全性もまったく同じです。50階建てのエレベータが故障したら、歩いて上らなければなりません！新製品の売上げが好調でも、発煙・発火のためにリコールをせざるを得なくなってしまう、というようなこともあるかもしれません。そうなってはじめて信頼性・安全性のありがたみがわかるのです。したがって、トップ・上司は品質をはじめとし、信頼性・安全性の問題がないことが、どんなに素晴らしいかを社員にくり返し言い聞かせなければなりません。

Q5. 最近の失敗またはエラーを1つ取り上げてください。この失敗・エラーは過去に経験したことがありますか。または類似のものが過去にありましたか。あるいはまったく新しい失敗でしょうか。

上記 Q5. はいかがでしたでしょうか。講義・講演で挙手をお願いすると95%は、同じあるいは類似の失敗です。これは企業活動でも同じことが言えます。企業活動においてもトラブル・失敗・エラーの90%(あるいはそれ以上)は、再発です。

トラブルを分類すると、

A：これまでに経験をしたことがあるトラブルあるいは類似のトラブル

B：これまでに経験したことがないトラブル

と分類されます。しかしBはさらに

B1：個人としては経験していないが、先輩や友人が経験しているトラブル

B2：設計第一課では経験していないが、第二課では経験しているトラブル
(同様に部、企業など)

B3：電子・電気工業分野では経験していないが、機械工業分野では経験しているトラブル

B4：業種・業態を超えて未知のトラブル

と分かれます。このとき大半のトラブルはB1～B3に分類されるでしょう。いかに失敗・トラブルを財産にするか、これが最も大切なことです。品質管理の言葉で言い直せば、PDCA(Plan, Do, Check and Act)のPの中に失敗・ノウハウを蓄積し、これを皆の財産としてPDCAを企業の構成員全員が実践していくことです。

2.2 信頼性と安全性

信頼性とは“アイテムが与えられた条件の下で、与えられた期間、要求機能を遂行できる能力”(JIS Z 8115:2000)と定められています。一方、安全性とはJIS Z 8115:1981にて“人間の死傷または資材に損失もしくは損傷を与えるような状態がない事”と定義され、備考として“信頼性では任務遂行のため機能上の故障を対象とするが、安全性では人間・資材に損失・損傷を与える危険な状態を対象とする”と記されています。すなわち、信頼性は製品・システムを対象に、安全性は人間への影響を対象としているのです[20]。車のブレーキシステムを例にして考えてみましょう。ブレーキの故障は信頼性の問題ですが、この故障は人間の生命へも影響を与え、安全性の問題ともなります。このように多くの場合、信頼性と安全性は関連しています。

信頼性・安全性が確保されるか否かは、開発設計・生産・保守をはじめとする現場第一線の人々の活動に大きく依存します。そして、これらの“現場活動”を“組織”，“システム”，“社会”が支えなければなりません。すなわち、

図1に示す

- A. トラブルへの迅速・適切対応
- B. トラブルの再発防止
- C. トラブルの未然防止

という活動項目よりなる【現場活動】が根幹であり、これらを支えるのが、次の3つの基盤要素です。

① 【組織】 トップのリーダーシップと安全文化の構築

組織構成員の一丸となった信頼性・安全性向上への取組み

② 【システム】 品質保証システム

社会・行政をも含めた複数組織にまたがる品質保証(QA)体系

③ 【社会】 社会・行政とインフラ構築

ユーザ・事業主・社会行政の三位一体となった信頼性・安全性向上活動

ここでは、図1に示す全体マップによって展開される“開発・設計・生産などの【現場活動】”を説明して、そのうえで信頼性・安全性確保への提言を行うことを目的としています。このため「現場活動」にあたって、まず、これを「クライシスマネジメント」と「リスクマネジメント」に大別し、これらの細目であるA, B, およびCの各項を説明します。そして、次にこれらの活動を支える「組織」, 「システム」, および「社会」の課題を考えたいと思います。

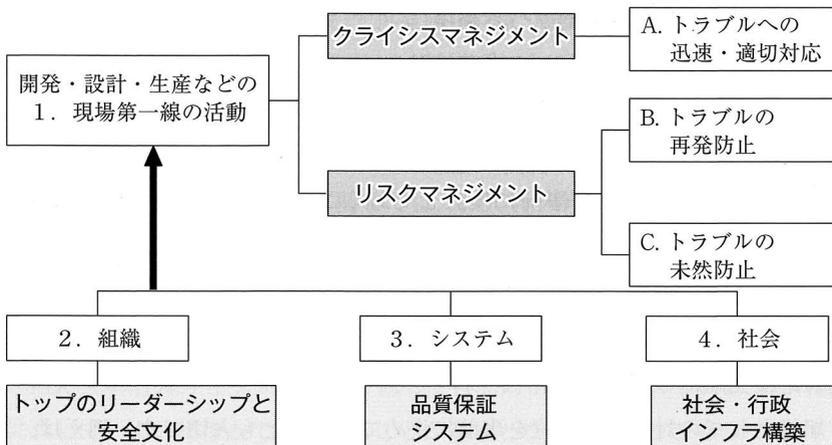


図1 信頼性・安全性の確保への全体マップ

3. 信頼性・安全性確保への現場活動

トラブル防止への現場活動として、“クライシスマネジメント”としてのA.トラブルへの迅速・適切対応，“リスクマネジメント”としてのB.トラブルの再発防止と，C.トラブルの未然防止活動が成否の鍵を握ります。次に，これらのA，B，およびCの各項について詳しく説明します。なおCに関しては第5章に示します。

3.1 トラブルへの迅速・適切対応

トラブル発生後の迅速かつ適切な対応，つまり“クライシスマネジメント”に失敗し，経営トップが辞任，あるいは被害が拡大するケースが少なくありません。有事になってから検討するのではなく，平時の段階でトラブル発生後に向けて十分なる事前検討を行うことが大切です。

(1) 平時の段階にて検討すべき事項

①早期認識と早期情報発信への事前検討

トラブル情報を早期に認識し，必要かつ十分な情報を社会にタイムリーに発信するためには，事前に起こり得るトラブルを想定し，これを区分層別し，対処すべき組織と5W1Hを事前に検討しておく必要があります。事故にいたる一歩手前のインシデント情報，顧客よりの不平・不満情報を顧客への定期訪問やコールセンターの開設などの組織的な取組みによって収集します。これらの情報から，感度よくタイムリーにアクションをとらなければなりません。

②対応優先順位の事前検討

組織としての対応優先順位を事前に決めておくことも大切です。例えば，リ

コールの発動時点と原因究明レベルに関しては、事が生じてからではなく、事前にその基準を決めておく必要があります。また、未然防止活動への投資・教育ならびに保険も検討しなければなりません。例えばリーマンショック後のように、仕事を減少させざるを得ないときなど、その分を教育にあてることができれば将来にもつながり得るでしょう。

③ 平時と有事における意思決定

平時と有事における意思決定の切り替えも必要です。地震発生時の危機的状態にあるときに、平時のルールに縛られていては救い得る人命を失うことになりかねません。この切り分けを事前に検討しておくことが重要です。

(2) 有事における対応

“人は起こしたことで非難されるのではなく、起こしたことにどう対応したかによって非難されます”[10]。まずは、トラブルを隠さないことが大切です。記者会見において事実を隠したことによる、組織の長の辞任や上場廃止などの引責問題が多々生じています。顧客の視点から、誠意を尽くして事に当たることが肝要です。また、前項(1)にて述べた事前に定めたルールどおりに対応することももちろん重要なことです。このルールどおりに対応不能のときの意思決定の仕組みも事前検討されていなければなりません。また当然のこととして、被害を最小限に食い止めるべき応急対策に全力を注がなければなりません。そして、次のステップとして再発防止に取り組みます。

3.2 トラブルの再発防止

(1) トラブルの再発防止とPDCA

発生トラブルの再発防止に関しては、PDCAの理解と実践が重要です。再発防止がきちんと実行するためには、全部門にてPDCAの管理のサイクルが理解され、徹底して実践され、現場において本来なされるべきことがきちんとなされていなければなりません。

PDCAの管理サイクルを正しく回して再発防止を進めて行くには、Pの段階において、よい標準ができていることが基本となります。ここでの“標準”は

単なる“マニュアル”と解するのではなく、これまでのノウハウと失敗を蓄積した、業務目的を達成するために必要な方法論を業務遂行者が使えるように組織知とした媒体、と捉えます。さらになぜこの標準が必要か、なぜこの数値を守らねばならないかを伝えるものでなければなりません。また、犯人探しなどアクションが人にのみに向かう解析は掘り下げが不十分であることが多く、真の根本原因を究める必要があります。多くの場合、根本原因はマネジメントとその仕組みにあります[6]。

(2) PDCA とは

モノづくりにおいては

I. 基準

II. 基準を達成し得る方法・手順・やり方

III. 上記の遵守

が鍵を握ります。設計を例にとれば

I. 技術標準, 品質基準, 安全基準, 信頼性基準, 環境基準, 評価基準等

II. QA 体系, 標準書, 作業手順書, マニュアル

などです。I, IIを併せて“標準”と呼ばれます。これらは、法的に規定されるものもありますが、多くは企業独自の長年にわたる技術の結晶そのものです。私たちの国では、これらが顧客満足に直結した形で整えられてきました。“標準”は、1人の失敗を皆の財産にするために、最も基本的なものであり、かつ重要なものです。したがって、なぜこの標準ができたのか、なぜこの数値でなければならないのか、過去にこれがないためにどのような失敗をしてきたか、などが伝わるものでなければなりません。“標準”は紙に文字で書かれたものとは限りません。画像や音声によるものでもよいのです。誰にでもわかりやすく、ポイントが一目で判ることが大切です。この“標準”がPDCAの4つのステップすべてに重要な本質的なものとして位置づけられていなければなりません。すなわち、

i) Plan

目的の明確化

目的を達成し得る標準

ii) Do

標準を遵守し得る教育・トレーニング

標準の遵守

iii) Check

標準が遵守された否かのチェックを、結果で判断します。（結果をチェックするのではなく、結果で標準が遵守されたか否かをチェックします）

iv) Act

目標未達の場合は、2つのケースが考えられます。すなわち、標準が遵守されなかったときと、標準自体に問題があったときです。標準が遵守されなかったときは、なぜ遵守できなかったかを究明します。標準が遵守されて目標未達であれば、標準のどこに問題があったかを究明し、それへのアクションを行います。

以上がPDCAのポイントです。勿論、Actは応急対策と再発防止対策の2つを明確に分けなければなりません。（火事が起きているときは、その発生原因を究明するのではなく、この火事を消すことが急務です。消火後、火事の原因を究明します。前者が応急対策、後者が再発防止対策です。）

Q8. あなたの会社では、個人の貴重な経験や技術・ノウハウを開示すると自分の存在価値がなくなるとおそれ、これらが暗黙知になっていることがありますか。

これまでの日本企業の強みは、上記のQ8に該当する人はほとんど皆無であった点、と筆者は考えます。「開示をしない人は、自分の会社には不要」なのです。特に、信頼性・安全性のような“当たり前品質”に関しては、貴重な失敗をみんなの財産にすべく暗黙知を形式知に、そしてそれを誰でもが活用し得る“組織知”にすることです。このために標準化を図らなければなりません。

(3) 根本原因分析(RCA)

信頼性・安全性の確保のためにPDCAを回すときには、次の3つの視点が重要です。

- i) 発生原因に関する視点
- ii) 発見・検出(流出防止)に関する視点
- iii) 影響防止に関する視点

これらを図2と以下に示します。ここで発生原因に関する視点からのPDCAは、根本原因分析(Root Cause Analysis: RCA)そのものです。RCAに関しては、中條[15]に詳しく記されています。

i) 発生原因に関する視点よりのPDCA

分析対象の事象に対し、技術的に既知の問題であるか否かという問いについて、既知でない場合(図2のNoのとき)は固有技術に関する背後要因を分析すべきでしょう。既知(図2のYesのとき)であれば、発生した事象を防止する上で重要となるプロセスを特定します。この特定は、一般に時系列的に考えます。重要なプロセスの特定後、①当該プロセスの“標準”の有無に着目しましょう。標準があるときは、②その遵守度を見ます。標準がない場合、標準未作成に関する組織要因、またPDCAの理解と教育への着目が必要となります。標準があり、遵守されたにもかかわらず問題が生じたのであれば、標準が不適切・不十分、すなわち、標準の作成・承認プロセスに問題があります。しばしば見受けられるのは、標準が遵守されない場合です。このとき③担当者は標準の内容を知っていたか否かについて、否のときは、標準の教育・伝達に関する組織要因を検討すべきです。標準を知っていたにもかかわらず、それが遵守できなかったときは、④標準どおりになし得る技能の有無、⑤標準どおりになし得る時間や作業スペースの有無、⑥標準の遵守の重要性の認識と遵守しようとする意識の有無を調べましょう。④、⑤、⑥がすべて満たされていたときは、エラープルーフなどヒューマンエラー防止に向けての工学的工夫(例えば[7]、[12])が必須です。このような切り分けの後、個別の事象の真の原因をつかみ、これを抽象化・一般化し、業務の仕組み・システムの改善、そして組織要因に

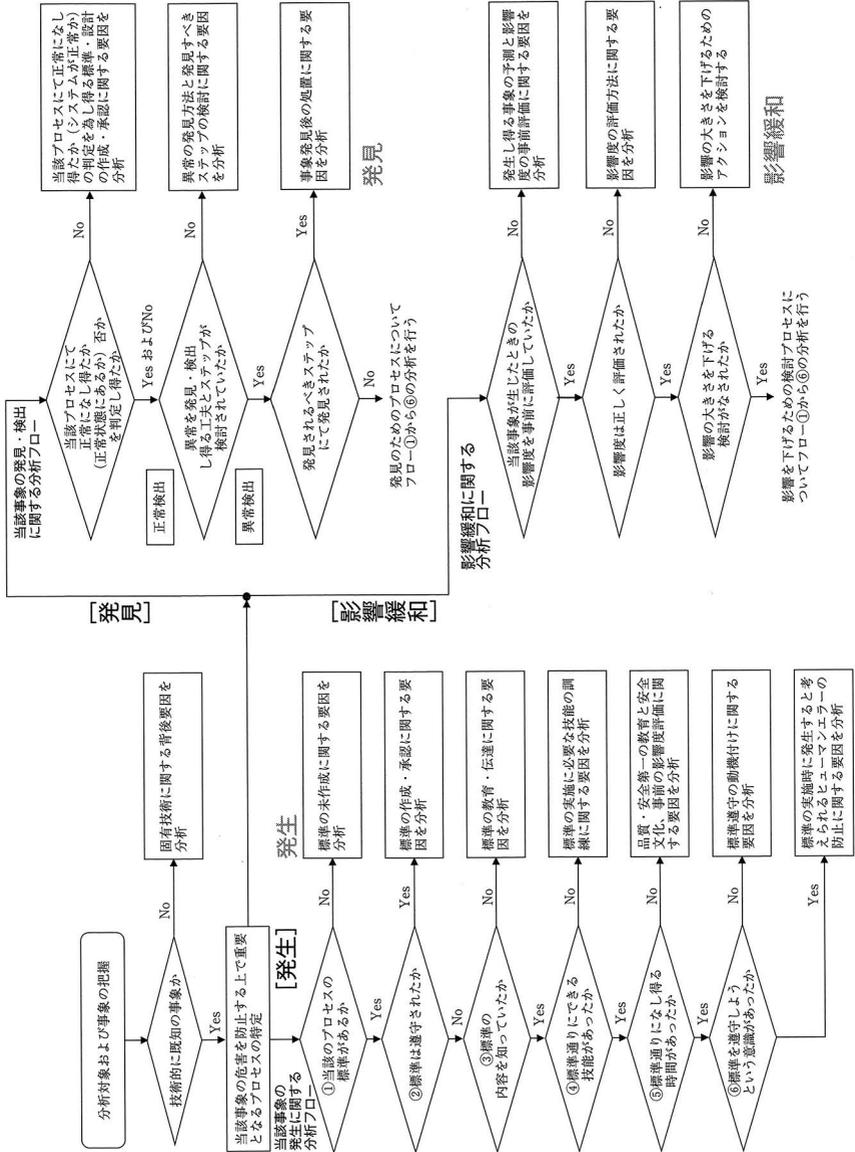


図2 発生・発見・影響緩和の三視点に着目した根本原因分析のフロー

までさかのぼれば当該事象の再発防止だけでなく、将来の未然防止へもつながります。

ii) 発見・検出(流出防止)に関する視点

次に、検出・流出防止を目的に、発見されるべきところで発見し得たか否かの視点からPDCAを回すことが重要です。開発・設計・生産工程においては自工程完結(文献[5])“自らの作業・業務の良し悪しを自らが判断でき、その達成感によりモチベーション向上につながる工夫”が理想です。このためには、間違った行為を行ったときに異常を検出する“異常検出”とともに、正しい行動を行ったときにその判定をなし得る“正常検出”の工夫が重要です。一方、ユーザの使用環境下においては、当該製品が正常に機能を果たし得ることの正常検出、ならびに異常兆候をモニタリングし得る状態監視が鍵を握ります([9]参照)。

iii) 影響防止に関する視点

当該事象が生じたときのリスクを事前に評価し、その値の大きいものに対しては事前に影響除去あるいは影響緩和策をとっておくことが大切です。このための仕組みの改善は未然防止にもつながります。詳細は図2右下を参照してください。これらの具体例は文献[7]に詳しく記載してあります。さらに、3.1節にて述べたクライシスマネジメントへの備えを行います。

4. 信頼性・安全性におけるトラブルの再発防止と技術伝承

D社のものづくりにおけるトラブルの90%は再発との報告があります[19]。業種による相違は考えられますが、多くのトラブルは過去と類似の事象です。それではこの類似の事象を組織の財産とするためにはどのような切り口より捉え、知識ベースとして蓄え、有効活用すればよいでしょうか。

基本は3.2節にて記したPDCAにおける標準への蓄積とその活用です。これをさらに一歩進めて信頼性・安全性の視点から眺めてみましょう。信頼性・安全性の視点より開発設計の流れを示すと下記のようになります。

人工物の存在は有用性にあります。この有用性を果たすためには、①機能が必要となります。この機能を果たすために開発・設計が行われます。すなわち、②機能達成メカニズムの探求です。機能達成の過程において、発熱や応力などの内部ストレスが、そして環境条件による外部ストレスが加わり、物理的・化学的・金属学的変化が生じ、故障にいたります。この過程は④故障メカ

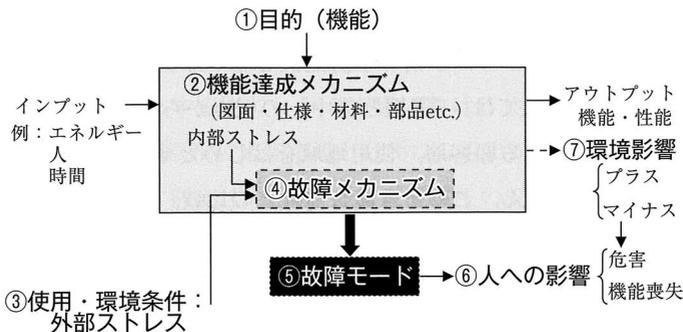


図3 信頼性・安全性における失敗の蓄積と技術伝承への7つの視点

ニズムと呼ばれ、外部より観測し得る故障の兆候あるいは状態を⑤故障モードと言います。この結果として故障にいたり、重大事故や安全問題などへの⑥人への影響・被害が生じます。また、⑦環境影響も配慮する必要があります。以上の7つの視点を図3に示します。

①機能→②機能達成メカニズム→③ストレス→④故障メカニズム
→⑤故障モード→⑥人への影響および⑦環境影響

のプロセスに着目し、科学的原理原則にもとづいてどのようにトラブルが生じたかを過去のデータにもとづいて整理をします。さらに、新製品開発における3H(変化, はじめて, 久しぶり)を中心とする従来とは異なる点“変化点”に着目します。

以下、これらの7項目を詳述します。

①機能への着目

製品の存在価値はその有用性にあり、この有用性に信頼性・安全性をいかに付与するかがわれわれの使命です。例として航空機と自動車のエンジンを考えてみましょう。エンジンの機能を“推進力を生む”とするとき、この機能が失われた状態“推進力を生じない”が故障です。次に、この故障が起こったときの影響度を考えます。航空機の推進力が損なわれれば、墜落のおそれがあります。自動車の場合エンストですが、墜落にあたるほどの影響はありません。この影響の大きさにその発生確率を加味したものがリスクとなります。すなわち、

$$\text{リスク} = \text{影響の大きさ} \times \text{発生確率}$$

この値の大きいものから、事前の予防処置を施せばよいのです。

短期開発製品においては、“選択と集中”の視点から、どこにねらいを定めるか、ターゲットとする顧客層、使用地域をはじめとする“5W1H”に特に着目しなければなりません。このとき競合他社との比較、ベンチマーキング、そして徹底したCS調査とその分析が必要です。

②機能達成メカニズムへの着目

自動車のガソリンエンジンとハイブリットエンジンを考えましょう。同じ推進力を生むという機能に対し、その機能達成メカニズムは異なります。機能達

成メカニズムの相異により、発生する内部ストレスと環境条件により受ける外部ストレスが異なってきます。例えばハイブリットでは、機械的な金属疲労により生じる破壊に加えて、電子制御に使われる半導体デバイスの熱疲労による故障のおそれもあります。

目的とする機能をどのように達成するかは、これこそ固有技術の問題です。しかし、これを暗黙知から形式知へ、そして組織構成員が必要なときにタイムリーに活用し得る“組織知”へ移行することが必要です。この点のデータベース(DB)化が十分に進んでいる企業は多いとは言えません。品質機能展開(QFD)はこのためにこそ有用なものと筆者は考えています。特に現在では、メカよりエレキへの移行が多くなされています。数多くの部品からなるシステムなどにおいて、これらの変更が各部品メーカーにて独立に行われている、部品間のインターフェイスの問題やノイズなどにより種々のトラブルが発生しかねません。さらにグローバル化をも含んだ複数の組織にまたがるQA体系の確立が重要です。信頼性・安全性の側面では、機能達成メカニズムの相違により、発生する内部ストレスが変わってきます。ガソリンエンジンと電気エンジンを考えれば明らかでしょう。

③内部および外部ストレスへの着目

あらゆるシステムは内部ストレスと外部ストレスを受けます。例えば、近年の車に搭載されている半導体デバイスはカーナビ制御のみでなく、DVD、そして、車間通信システムとしての機能も要求されているため、従来の -40°C ～ 85°C より、 -40°C ～ 125°C という動作温度範囲が必要とされています。一方、BRICsをはじめとするグローバル市場における使用環境条件・ユーザの使用方法はこれまでの欧州・米国市場とは異なるものが多く、三現主義を徹底する必要があります。例えば、Indiaでは電源電圧の安定供給、道路の舗装状況、すべての交差点でのエンジンストップによるスタータ使用頻度の相違など、これまでの欧州仕様と同じものでは種々のトラブルが生じてしまいます。

④故障メカニズムへの着目

あらゆる故障は物理的、化学的あるいは金属学的変化が起きることにより生

表2 ストレスー故障ーメカニズムー故障モードの一覧[6]

使用環境条件(ストレス)		故障メカニズム				
大分類	小分類	大分類	小分類	フェーズⅠ	フェーズⅡ	
温度	高温	高温脆性	焼戻し脆化	不純物の拡散	機械的性質の低下	
			σ (シグマ)相脆化	σ 相の析出	材料脆化, 延性低下	
			黒鉛化	グラファイト化(黒鉛化)	強度低下・靱性低下	
			再熱割れ(SR割れ)	粒界の局部強化	相対的な強度低下	
			赤熱脆化	高温加熱	材質脆性	
			青熱脆化	加熱	伸び, 絞りの低下	
		高温劣化(熱劣化)	化学変化	分子鎖の切断, 架橋	強度低下	
			相変化(軟化, 溶熱, 蒸発, 昇華)	変形	強度低下	
		結晶成長(ウイスカ)	(真性)	金属内部の歪み	絶縁不良	
			(非真性)	絶縁不良	-	
	アロイスパイク		高温処理	シリコンの取り込み		
	ジュール熱		接触個所のゆがみ	接触抵抗の増加		
	高温水素環境下	高温脆性	水素侵食	水素原子の拡散	メタン生成メタン生成	
			475℃脆化	スピノーダル分解	材料硬化	
		高温劣化	高温酸化(乾食) (バナジウム・アタック)	保護膜の破壊	加速酸化	
			熱拡散	金属間の原子移動(相互拡散)	微小クラック, 空孔の生成 金属間化合物の生成	
		加熱 + 乾燥 + 時間	蓄熱発火 (余熱発火)	加熱	内部エネルギーの増加	
		高温 + 電圧 + 時間	2次破壊	ホットスポット	-	
		常温	材質硬化	時効硬化	2次相の析出	材料硬化
				歪み時効 焼入時効	常温加工 2次相の析出	材料硬化 材料硬化
低温		フラックス上り	冷えた金属表面にフラックス蒸気が付着	-		
高温 + 材料		材料の組み合わせ	熱膨張係数の差により, 軸部に作用している引張力の低下	ゆるみ発生による機能の低下, および喪失		
温度 + 電界	高温 + 大電流	エレクトロマイグレーション	金属原子の移動	ヒロック, ウイスカ生成 クラックの発生		
温度 + 湿度	高湿 + 高温	腐食	局部腐食	ピットの生成	電池作用による促進	
			濃淡電池腐食	局部溶存酸素の低下	濃淡電池の形成	
			高温酸化	高温の酸化性気体との接触	金属表面に酸化皮膜が生じる	
			油灰腐食	バナジウム化合物工を含む燃焼灰との接触	酸化反応	
	高湿 + 常温	吸湿	加水分解	親水基発生	水の吸着	
			かび	分解	絶縁不良, 変質	
			結露	水の吸着	絶縁抵抗劣化	
			呼吸現象	気圧差発生	水分や腐食性ガス浸入	

表2 ストレス-故障-メカニズム-故障モードの一覧[6](つづき)

故障モード フェーズⅢ	アイテム	故障の発生原理・法則	故障モードの検出 (信頼性試験)	主な業界・分野
き裂, 破断	Cr-Mo 鋼, Ni-Cr 鋼, 低合金鋼	(シャルピー曲線)	Jファクター等の材料パラメータによる評価	電子デバイス 化学 石油
き裂, 破断	ステンレス鋼(γ 系, Cr系), ニッケル基合金		硬度測定, 金属組織(脆性破壊試験)	
き裂, 破断	炭素鋼, 低合金鋼		(脆性破壊試験)	
き裂, 破断	SUS347 ステンレス鋼			
き裂, 破断	鋼材			
き裂, 破断	鉄鋼			
き裂, 破断	プラスチック材料, 被覆樹脂			
溶解	金属, プラスチック材料, 温度ヒューズ, 配線膜	アレニウス則	(耐熱性試験)	電子デバイス 化学
短絡	Ag, Au, Cu, Fe, Mg, Ni, Pb, Pd, Pt, Ta, Ti, W, Al	依然未知の部分が多い.	SEM (温湿度サイクル試験)	電子デバイス
短絡	Cu, Ag, Fe, Ni, Co, Mn, Au, Pt, Pd, ハロゲン化合物	VLS 機構		
接合部破壊	回路基盤(Si 基盤)		SEM	電子デバイス
発熱	電線と接触箇所のゆがみ部分	ジュールの法則	(高温動作試験)	電子デバイス
メタンによる界面割れ, 脱炭現象, プリスター	炭素鋼, M 鋼, Co-Mo 鋼	(シャルピー曲線)	組織観察, UT 機械・硬さ試験(脆性破壊試験)	電子デバイス 化学 石油
延性低下	マルテンサイト系ステンレス 13Cr 系ステンレス		硬度測定(脆性破壊試験)	
剥離 脱落 き裂	接点材料・ポリマー Cr-Mo 鋼	熱力学の第二法則	UT	石油
き裂, 破断 断線	IC チップ(Al-Au の接合部)異種金属のめっき	アレニウス則	SEM(耐熱性試験)	電子デバイス
発熱, 発火	プラスチック(ビニロン, ポリウレタン塗料を含む木屑など)			電子デバイス
破壊	フィンなど		SEM	電子デバイス
き裂, 破断	合金, 鉄鋼	熱力学の第二法則	(浸透探傷試験)	化学 石油
き裂, 破断	Al などの合金			
き裂, 破断	合金			
ノイズ発生, 接触不良	主にプリント基板などに取付けられた機構部品(スイッチ, コネクター)	クラベイロン-クラウジウスの式	(耐寒性試験)	電子デバイス
分離, 脱落, 異音, 強度劣化, 破壊	ボルト			
短絡, 誤動作 断線	半導体回路, Al 配線膜(Al, W, Cu)	(Black の経験式)	SEM (長時間動作試験)	電子デバイス
き裂, 破断, 減肉	ステンレス鋼, 銅, 亜鉛, ニッケル基合金, 銅合金	熱力学の第二法則	SEM (腐食防食試験)	化学 石油
き裂, 破断	ガスケット面, 凹部 ボルトの下など			
減肉, 割れ, 剥離	炭素鋼 ステンレス鋼			
減肉	炭素鋼 低合金鋼			
き裂, 破断	ポリカーボネート, ポリエステル, ポリオキシメチレン, ポリブチレンテトラフラート	熱力学の第二法則	MT (PT) 硬度測定	電子デバイス・ 高分子材料
き裂, 破断	プラスチック材料(ポリウレタン, ポリ塩化ビニル, エポキシ, アクリル, シリコン, ポリアミド, フタル酸樹脂など)	-	(暴露試験)	電子デバイス
短絡	集積回路	クラベイロン-クラウジウスの式	(温湿度サイクル試験)	電子デバイス
絶縁抵抗値低下, リーク電流増加, による出力低下	集積回路	ボイル・シャルルの法則		電子デバイス

じます。これらのうちの複数が同時に生じることも多いでしょう。この故障メカニズムを把握することはとりわけ信頼性向上に重要です。人間の病気と同じです。病気のメカニズムが解明されればその治療法の開発が可能となるように、故障メカニズムを把握できれば、その予防法の実現も可能となります。

上記③のストレスおよび次項⑤の故障モードと併せて、

ストレス — 故障メカニズム — 故障モード

の3点セットを、当該製品の構成部品に対し、把握することが信頼性・安全性の確保のためには重要です。この具体例を表2に示します。詳細は[6]を参照してください。またこれを活用した未然防止活動の実例が文献[2]に掲載されています。

⑤故障モードへの着目

故障モードとは JIS Z8115：2000 では「故障状態の形式による分類。例えば断線、短絡、折損、摩耗、特性の劣化など」と定義されています。ここでモードとは measure から由来した言葉で、測定し得るもの、計れるものを示します。すなわち、観測可能な故障の状態です。故障モードで大切な点を以下に示します。

いま、パイプ(配管)を例に考えます。原子力発電プラントの1次系の冷却水供給用のパイプ、一般家庭の水道配管、都市ガスのパイプ、人間の頭の中の血管、指先の血管……、どのパイプをとってみてもその不具合事象は「亀裂」、「詰まり」、「破断」の3点しかありません。これを故障モードと呼びます。しかし、これらが生じたときの影響の大きさは対象アイテムによって千差万別です。その原因もまったく異なります。しかし、“故障モード”はどのアイテムに対してもこの3点のみを考えればよいのです。①で述べたように故障が想定されればそのリスクを評価し得ます。これにより重点指向が可能となるのです[18]。

故障メカニズム(原因) — 故障モード — 影響

すなわち、数少ない限られた故障モードをデータベースにたくわえ、これを“組織知”として活用することにより、容易に影響解析をなし得るでしょう。

以上を系統立てて行うのが、FMEA (Failure Mode and Effects Analysis) です。

⑥影響への着目

⑤の故障モードを抽出できれば、これによる影響を評価することができます。FMEA は

第1ステップ：故障モードの抽出

第2ステップ：その影響の評価

の2つのステップにより将来生じ得るトラブルを予測し、その影響の大きさを事前評価することにより重点指向を行い、未然防止を図るものです。これに対し、FMEAによって、重大な影響を抽出し得たときには、それをトップ事象としてその要因を探ることで、先にあげた故障モードは勿論のこと、それ以外の使用者のエラーや保全の問題など、より広い視野により体系的に要因を抽出し、未然防止を図ることができます。この目的で誕生したものがFTA (Fault Tree Analysis) です。FMEA と FTA を併用して未然防止を図ることが大切です (FMEA, FTA に関しては例えば[6]を参照ください)。

⑦環境への影響

地球環境問題への温室効果ガスの排出量など、現在のモノづくりにおいて環境への影響の配慮はいうまでもありません。資源に恵まれないわが国の大切な技術分野として確立しなければならないでしょう。

以上①～⑦をシステムとして表したものが図3(p.13)です。既存技術を上記の①～⑦の視点より知識DB化し、蓄積すること、そして、これらを区分層別し、それを「抽象化(一般化)」したうえで新技術に適用すること。これにより、例えば車のエンジンが

ガソリン→ハイブリッド→電気

へと変化した場合においても、トラブル予測が可能になることが期待されます。なお、表2のデータベースの構築・活用に当たっては、現行製品の市場トラブルから出発するとよいでしょう。表3は市場トラブルをエクセルにて整理したものです。エクセルのオートフィルター機能を用いて、アイテム毎の故障モードを抽出し、これを表2と結び付け、イントラネットにより開発・設計者

表3 設計・生産・試験のFMEA用の情報を蓄積するためのデータベースの実例(抜粋)[6]

n 次展開	アイテム 名称	機能	故障 モード	影 響 度	発 生 頻 度	故障の原因	勧告・ 是正処置	安全性 (キーワード1)	設計部門 (キーワード2)	故障分類名 (キーワード3)	発 生 場 所 (情報 元)	受 付 日	重 要 品 質 問 題 No.	市場品質 情報報告 書No.	出荷検査 不合格一 覧表No.
4	CRT	映像を 映す	映像不可	4	2	CRTがクラックにより真空でなくなったため	CRTメーカーにて対策実施	-	映像	モニタ ユニット	-			460510	
4	CRT	映像を 映す	画像揺れ	4	2	高圧送電線から発生する磁界の影響	取扱説明書・取付説明書に展開	-	映像	取付環境	-			460729	
4	過電流 検出回路	過電流を 検出する	過電流を 誤検出	2	4	過電流検出の不適切な設定	F46.441	-	回路	設計不良 (ハード)	-			460556	460556

が誰でもが参照できるようにすれば、FMEAにおける故障モードの洗い出しや信頼性試験への情報提供を容易にし得るでしょう。D社はこのイントラネットとFMEAを開発設計に取り入れることにより、新製品の市場トラブルの激減に実際に成功しています。

以上の7つの視点より、過去のトラブルを蓄積し、そしてこれを新たな設計に適用すれば、90%の再発事象のみでなく、残りの10%のかんりの部分のトラブルも防止することができると思います。

5. トラブルの未然防止

本稿では、未然防止を「重大なトラブル・事故の発生の可能性を未然に予測し、この発生原因を除去し、事前に阻止すること」と定義します。未然防止のための現場活動として以下の5項目が鍵を握ります。

1. RCA(根本原因分析)による仕組み・プロセスへのPDCA
2. 組織を超えたトラブル情報の共有による未然防止
3. インシデント情報の活用による未然防止
4. 新技術への予測にもとづく未然防止
5. ハザードに着目した未然防止

短期開発製品は勿論のこと、一般の耐久消費財においても同様です。これらの要点を以下に示します。

5.1 RCAによる未然防止

トラブルが生じた製品そのものへの個別の対策にとどまるのではなく、製品を生み出す開発・設計の仕組み・業務プロセスを変えていくことが大切です。

すなわち、

- ①発生
- ②発見
- ③影響防止

の各々に、

- I. 基準
- II. 基準を達成するためのシステム・方法・手順

Ⅲ. 上記の遵守

の3つの視点より、原因分析を行います。詳しくは、3.2節(3)に示しました。

(i)トラブル発生防止(作り込み)

新規開発においては特に設計段階が鍵を握るため、トラブルの発生防止(作り込み)への上記のⅠとⅡを“設計標準”と呼ぶことにすれば、図2において、“標準”を“設計標準”と置き換えてください。

(ii)発見(流出防止)

源流段階における問題点の早期発見が大切です。このためには、開発・設計担当者自らがその場で評価・判定をなし得る[正常検出]が理想です。これは文献[5]の自工程完結に対応します。評価のための基準(Ⅰ)とその実施方法・手順(Ⅱ)を併せて“評価標準”と呼べば、発見に関するRCAは図2右上のようになります(この場合は、図2において、“標準”を“評価標準”と置き換えてください)。ここで重要なことは正常検出をなし得る“評価標準”の確立です。

(iii)影響防止

ユーザの使用段階において当該製品の機能喪失、性能低下による影響または安全性に関する危害の大きさとその可能性を事前評価し、そのリスクを低減させなければなりません。このためには、FMEAの適用とともに、万が一トラブルが生じた場合へのフェイルセーフ、フェイルソフト、そして人の誤操作を防ぐエラープルーフを適用することが大切です。これをなし得るためのデータベース(DB)の構築も重要です(エラープルーフは[7], [12], [13]を参照ください)。

上記の発生・発見・影響防止への“設計標準”、“評価標準”、“影響防止標準”の充実をいかに図っていくかが大切です。

5.2 組織を超えたトラブル情報の共有による未然防止

トラブルを分類すると、2.1節に示したように、

- a) 過去において経験をしたもの
- b) 過去において未経験なもの

に分かれます。b)はさらに

- b1) 個人として未経験
- b2) その個人の属するチーム・組織として未経験
- b3) 1つの業界として未経験
- b4) 企業・業界の枠を越えて未経験なもの

に分かれます。昨今の品質事故は、大半がb1～b3に該当します。それゆえ、トラブル情報を共有し同一トラブルの防止に努めねばなりません。社内イントラネットをはじめとするデータベース(DB)をいかに活用するかも大事です。また、1つ1つのトラブル事象を抽象化・一般化し、これへのPDCAを回すことによって、類似トラブルの未然防止へつなげることが可能となります。

大切なことは、個人の失敗をいかに組織全体の財産にするかです。過去のトラブル(過去トラ)のデータベース(DB)は活かしたものになっているでしょうか。これについては、開発設計者をはじめとする業務担当者がDBを見に行くのではなく、5.1節で解説した仕組み・プロセスの中に当該業務の過去のトラブルを自動的に参照するような仕組みを作ったり、過去のトラブルを参照しないと次のステップに進めないようにする工夫などが必要です。なお、協力企業を含め、設計・製造・サービスなどの各部門が同一のトラブルを同一の名称で正しく共有化することも大切です([17]参照)。また、中條[14]に示されているように「問題を起こしていない人に対して他の部門・会社の失敗から学びなさい、といくら言っても、経験がないため、うまく行かないでしょう。このとき、未然防止の観点から、自分の業務の中で起き得る問題を探し、起こる前にあらかじめ対策を設けるようにしむける」ことが大切です。

5.3 インシデント情報の活用による未然防止

労働災害において同一原因より生じる結果は、死亡：骨折：かすり傷＝1：29：300(件)というハインリッヒの法則は、信頼性・安全性のトラブルにおい

てもあてはまります。信頼性・安全性の重大事故が生じる前に数々のヒヤリハット・かすり傷に相当するインシデント情報が必ず存在します。この種のインシデント情報を感度良く収集し、区分層別し、これを信頼性・安全性作り込みのための設計基準と評価基準に反映しなければなりません。特に短期開発製品においては、既存製品に関する工程ならびに市場情報は豊富であり、顧客満足・不満足ならびに信頼性・安全性に関する徹底した解析が必要です。C社では設計・生産技術・品質保証などの各部門からの合同担当チーム(CFT: Cross Functional Team)により、玉石混濁の市場情報を区分層別し、①設計基準・評価基準の妥当性検証, ②工程管理への反映, ③市場機・在庫機への処置要否およびサービス上への反映が検討されています[16]。

消費生活用製品安全法(消安法)の改正により、2007年5月14日より、重大事故を知った日から10日以内に経済産業省への報告が義務化されました。これへの応急対策と再発防止の重要性は言うまでもありませんが、この重大事故の陰には、ハインリッヒの法則にて知られているとおり、数々のヒヤリハットやかすり傷に相当するインシデント情報が存在していたはずで、これらのインシデント情報を市場よりいかに感度よく吸い上げるかが大切です。

5.4 新技術・新規トラブルへの予測の視点

新製品開発においてトラブルはつきものです。例えば新しい機能、新しい部品、新しい市場など、またコスト低減のために材料や部品の変更を行うと新たな問題が生じ得ます。これらの問題をどのように未然防止すればよいでしょうか。ここで大事なことは「予測できないものは未然防止できない」という視点です。しかし、何らかの方法によりそのトラブルを予測できるのならば、英知を結集し未然防止をなし得る可能性があります。この視点から眺めれば、以下の3点が大切です。

“(i) 予測しようとする事”,

“(ii) 効果的・効率的に予測すること”,

“(iii) 予測とそのアクションにより未然防止をなし得たときそれを褒めること”。

(i)に関しては、どのような優れた企画・アイデアであってもそのリスク評価を義務付けること、(iii)は人間が健康でいるときの有難さが病気になってはじめてわかることと同様に、信頼性・安全性のトラブルがないことの素晴らしさをトップ・上司が認識し、これを評価することが大切です。先のC社ではこの5年間大きな信頼性・安全性のトラブルが発生しておらず、社長がそれを表彰しています。(ii)は難問ですが、本稿では図3(p.13)の体系的アプローチを考えてみましょう。

①機能への着目

図4は、ガスライターの機能を1次、2次、3次と展開し、整理した機能展開図と呼ばれるものです。これらの機能を否定形にすると、機能喪失状態、すなわち“故障”が得られます。4.1節にて記したように

$$\text{リスク} = \text{影響} \times \text{発生確率}$$

ですので、各々の故障について、上記のリスクの大きいモノへの事前対策を行えば、未然防止へとつながります。

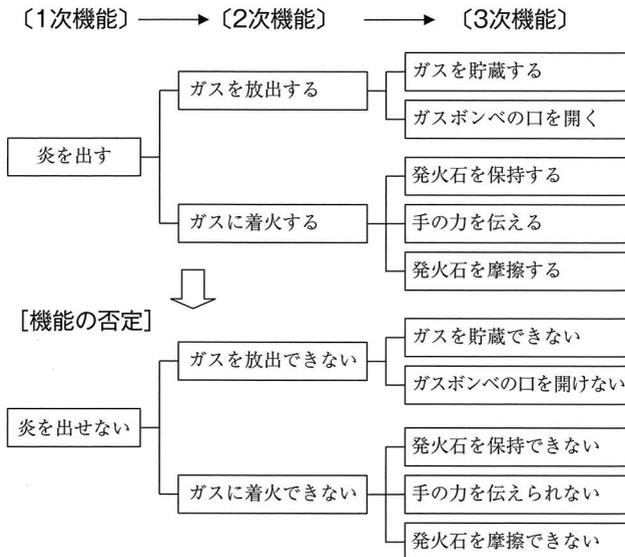


図4 機能に着目した故障モードの抽出(ガスライターの件)

信頼性・安全性の視点からは、機能未達の影響とともに、人への危害、すなわち安全性の事前評価が必須です。事前評価によりそのリスクが大きいものに対し、

- (i) 1つの機能の未達が次の機能の未達を引き起こさない工夫(フェイルソフト)
- (ii) 機能の未達が起こっても、あらかじめ定められた1つの安全な状態をとるように定め、人への危害を防止する工夫(フェイルセーフ)
- (iii) 万が一、不安全な状態が生じてそれが致命的なることを防ぐ工夫(エアバッグなど)

が必要になります。さらに詳しくは[7]を参照ください。

②機能達成メカニズムへの着目

調理のときにガスを使うか、炭火を使うか、IH(誘導火熱)を使うかにより、使用する材料・部品をはじめとし、製造方法、使用方法、保全方法までも変わります。ガスによるCO中毒・火災、炭火による火傷、IHによる磁気障害など、生じるトラブルは変わってきます。機能達成メカニズムを情報共有し、組織知とすることが必要です。発煙・発火など、あらかじめ重要なトラブルが想定し得るときは、FTAを実施します。

③内部および外部ストレスへの着目

信頼性・安全性においては、第4章で述べたように、

ストレス — 故障メカニズム — 故障

が鍵を握ります。前項のガス、炭火、IHなど機能達成メカニズムの違いにより、内部ストレスが変わり、また、外部ストレスによる影響も変わってきます。現在、問題となっている多くの不再現事象(ユーザからのクレーム事象がメーカーにおいて再現しないもの)に対しては、どのような環境条件の下で、どのような使われ方をしたかの履歴(ログ情報と呼ばれています)を把握しておくことが大切です。

④故障メカニズムへの着目

皆さんが開発された製品を構成するアイテムごとにどのような

ストレス — 故障メカニズム — 故障

があるかを徹底的に調べ上げることにより、新規開発にて用いる新部品に対しても、上記の3点に着目すれば、およその検討がついてくるはずです。それでも不明な灰色のグレーゾーンは実験などを行い、必ず実証を行うことです。このとき、“変化点”を明確化しての実証が鍵を握ります。

⑤故障モードへの着目

新製品に対し、使われる部品、材料に対し、過去のデータベースより故障モードを参照します。特に、新たに加わった“はじめて”の部品、材料、設計およびそのインターフェイスに対し、“変化点”は何かを頭におき、故障モードをチームで予測します。この予測には、現地でのストレス、過去の故障メカニズムも参考になります。5W1Hの検討も大事です。幼児や高齢者、新興国での慣習・文化の違いも、見逃せません。手法として、FMEA、DRBFMを実施します。使用環境条件の相違、ユーザの使用エラー、部品の故障の3者を考えた三要素FMEAも開発されています[21]。

⑥影響への着目

着目する故障モードが生じたとき、製品への影響、ユーザへの影響など、隣接部品への影響を必ず評価することが大切です。これと、その発生確率、さらには、発見難易度を考慮すれば、未然防止の対象をより明確に絞り込めます。

⑦環境への影響

CSR(企業の社会的責任)の視点より社会的品質を常に考慮し、また“全人格的”人間を、モノづくりを通して育てあげなければなりません。

上記の7つの視点より、チーム一丸となり、どのようなリスクがあるかを“予測”し、事前のアクションをとることにより未然防止が可能となるでしょう。

5.5 ハザードに着目した未然防止

表4 事故原因別の事故情報件数 平成18年度収集分

事故区分		件数
製品に起因する事故		327
A	もっぱら設計上、製造上または表示などに問題があったと考えられるもの	257
B	製品自体に問題があり、使い方も事故発生に影響したと考えられるもの	25
C	製造後、長期間経過したり、長期間の使用により性能が劣化したと考えられるもの	45
製品に起因しない事故		452
D	業者による工事、修理又は輸送中の取扱いなどに問題があったと考えられるもの	29
E	もっぱら誤使用や不注意な使い方によると考えられるもの	488
F	その他製品に起因しないと考えられるもの	25
事故原因が判明しないもの		192
G	原因不明のもの	192
合計		1061

(製品評価技術基盤機構[11])

表4は製品評価技術基盤機構(NITE)による平成18年度の消費生活用製品の事故情報の内訳です[11]。事故原因が判明した869件の内の56%にあたる488件は“もっぱら誤使用や不注意な使い方によると考えられるもの”です。すなわち、信頼性・安全性のトラブルをみると開発・設計などの製品に起因する事故と誤使用・不注意などの製品に起因しない事故の両者が存在します。この両者を統一的に洞察し得るものとして“ハザード”があります。ハザードとはJIS Z 8051:2004では「危害の潜在的な源」と定義されていますが、本稿ではトラブル未然防止の視点より、今一步踏み込んで「損害を与える可能性のあるもの、または危害・損害をもたらす潜在的状態・要因、またはそのシナリオ」と定めることにします。

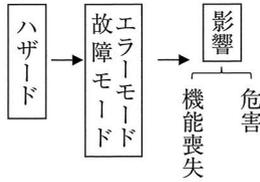


図5 ハザードー故障モードー影響の関連

表5 ハザードに着目した未然防止の着眼点

種類	ハザード	故障モード/ エラーモード		機能喪失・危害
A1	橋梁への過度のストレスの蓄積	破断		崩壊
A2	ガス管の腐食の進行	亀裂・破断		ガス漏れ/火災
A2	ブレーキシューの摩耗	摩耗(経年劣化)		追突
A3	ワイヤー金属疲労	亀裂		電源ユニット制御不能
A3	膨張係数の違いによる応力集中	断線		車搭載光通信 デバイス ナビ不能
B1	ボルトの緩み	(b) 作業・点検 抜け	(a) 油圧パイプ 破断	作業・運行障害
B1	回転軸のかじり	工程不良 (Cp<1)	焼付き	焼付きによる機能停止
C1	航空機の複雑操作(突発異常)	2種のスイッチの押し間違え		自動車の暴走
C1	アクセル vs ブレーキパッドと未熟(熟年)ドライバ	2種のパッドの踏み間違え		
C2	可燃物近辺での溶接作業	引火		火災・ばや(小火)
C2	通気の悪い部屋でのガス器具長時間使用	不完全燃焼		CO中毒
C3	過積載トラック	不適正使用	ボルト折損	走行不能
複合	突発故障発生(A)に続くHuman Factor(C)	AとB または AとC		

このハザードが、ときとして故障モードあるいはエラーモードを誘起し、その結果、機能喪失・危害などの影響が生じてしまいます。この過程を図5、例を表5に示します。表5のA2中の地中に埋め込まれたガス管を例にとれば、異なる土質の境界で発生する電位差により腐食が進行している状態がハザードということになります。この結果として、ガス漏れ・火災という危害が生じ得ます。表5のAは信頼性工学，Bは狭義の品質管理，Cはヒューマンファク

ター(人間機械系)の各領域にて主として扱われてきましたが、表に示したように、「ハザード→故障モード(エラーモード)→影響」として統一的にみることができます。なお、A、B、Cは各々単独でトラブルを起こすばかりではなく、システムの故障(A)の結果、人がパニック状態となり(C)、エラーが生じ、危害に及ぶような複合した事故が少なくありません。

表6は燃焼器具における製品事故事例に対し、整理したものです。ハザード・故障モード/エラーモード・危害に対し、メーカ、ユーザ、社会・行政が三位一体となり、①発生防止 ②発見 ③影響防止の3つに努めることが重要です。ハザードの発生防止にはユーザ教育が必要です。また、メーカにおいては、これらの各々へ先に述べた3つのステップ

I. 基準(①設計基準, ②評価基準, ③エラープルーフ, フェイルセーフなどの適用基準など)

II. 基準を達成するためのシステム・方法・手順

III. 上記の遵守

を検討することが大切です。

特に、不特定多数のユーザを対象とする短期開発製品においては5.4節のフェイルソフト、フェイルセーフ、防護を機能喪失・未達の“fail(フェイル)”ではなく、人の誤操作などの“error(エラー)”に着目し、

表6 燃焼器具におけるハザードの具体例

種類	事例	ハザード	エラーモード	影響
D1	ガスコンロに天ぷら鍋をかけたまま放置し、鍋の油が過熱し、火災	機器を点火したままその場を離れる	機器を点火していることを忘れる	火災
D3	石油ストーブの上方で乾かしていた洗濯物が落下・着火し、火災	燃焼器具の上方に可燃物がある状態	可燃物が落下	火災
D2	火を消さずに給油中、タンクをひっくり返し引火し、火災	点火したまま給油している状態	燃料をこぼす	火災
D4	石油ストーブのカートリッジタンクのふたを十分締めず、灯油に引火し火災	燃料タンクのふたの締め付けが不完全な状態	灯油を漏らす	火災

- (i) 人のエラーが生じても機能の未達を引き起こさない工夫(エラーソフト)
- (ii) 人のエラーが生じたとき、あらかじめ定められた1つの安全な状態をとるよう
に定め、人への危害を防ぐ工夫(エラーセーフ)
- (iii) 万が一、不安全な状態が生じてもそれが致命的になることを防ぐ工夫を検
討しなければなりません[7].

行政はメーカーにガスコンロの火の消し忘れへの加熱防止センサーなどの安全装置を義務化し、安全装置のない旧型の安価な製品の購入を規制することなどにより、安全装置の普及を推進する役割を担います。

6. 信頼性・安全性確保への組織 - トップのリーダーシップと安全文化の構築 -

重大な事故の発生が未然防止によって回避できても、これは一般には当然のことと目に映るために、これを未然防止の成果として明確に認知することは容易ではありません。反面、事故が発生して厳しさが認知されたとき、はじめて未然防止の意義が高く評価されます。したがって、経営トップのリーダーシッ

表7 2つの組織にみる安全文化の比較

分類	項目	組織 X	<-->	組織 Y
経営姿勢	経営トップのコミットメント	丸投げ 安全第一・品質第一は掛け声だけ	<--> <-->	経営トップが目的意識を現場に伝え続け 難問に対してはプロセスを共にする
	品質方針	品質・安全性とコストはトレードオフ 利益偏重・コスト削減・効率重視	<--> <-->	魅力に加えて安全性は絶対に譲らない 品質第一・安全第一
	品質責任者	QA 担当者	<-->	社長
	従業員	従業員の賃金のみを第一とする	<-->	社員が財産、モノづくり即人づくり
組織	部門・組織間の協力	ライン優先 部分最適	<--> <-->	全部門・全階層・全員参加 組織を越えた QA 体系 全体最適
技術	標準化	金庫保存型 目的：認証取得	<--> <-->	活用・改善・創造型 目的：技術の伝承
企業体質	失敗・問題点	懲罰・隠蔽	<-->	失敗を皆の共有財産とする 問題をオープンにすることが 未然防止へつながる
	姿勢	驕り・高慢・面子	<-->	常に謙虚に学ぶ姿勢
	現場指向	机上主義、情報待ち	<-->	トップが現場に出向き実態把握と刺激を
倫理	透明性	内向き 臭いものには	<--> <-->	外向き 隠さない

プとコミットメントが、品質と安全性の確保の鍵を握ります。効率・利益偏重ではなく、顧客指向の品質方針を打ち立て、品質と安全性は絶対に譲らないという、トップの姿勢が必要です。また、部門間の壁を破り、さらに複数組織にまたがる多企業連結型のQA体系の構築をなすためにもトップのリーダーシップが必要です。個々人が、そして組織が常に学習し、一丸となって革新に挑む集団となることです。そのためには、個人技術を組織知としていく絶え間ない学習と戦略的仕掛けが必要です。

トップが交代するとこれまでの信頼性・安全性への取組みが変わることが往々にしてあります。これに対処するには、信頼性・安全性を第一とする組織文化の構築が必要です。表7に2つの組織の比較を示します。組織の全構成員が①共通の理解、②共通の危機感、③共通の目標、④共通の言葉(例：品質第一、後工程はお客様、プロセス重視)、⑤共通のアプローチ(例：PDCA、事実にもとづく管理)を有するならば、その力は莫大です。千畳の堤も蟻の一穴でほころびます。したがって、信頼性・安全性の確保には、全構成員の参画と協力が不可欠です。また法令遵守・倫理・環境・社会貢献をはじめとするCSR企業の社会的責任の重要性はいうまでもありません。

7. 信頼性・安全性確保へのシステム – 品質保証システム –

高度技術の進展にともなう購買部品・コンポーネントの中の技術のブラックボックス化，購買・外注のグローバル化，および厳しいコスト削減の要請，保全業務の外部委託などが進行する中で，信頼性・安全性を確保していくためには，①固有の信頼性・安全性と運用・使用の信頼性・安全性のギャップの克服，②グローバル生産と高度技術下での QA 体系の確立，③保全を中心とする QA 体系の構築をはじめとするさまざまな QA 体系の充実が必要となります。

7.1 固有の信頼性・安全性と運用・使用の信頼性・安全性のギャップの克服

経済のグローバル化，仕様環境条件の変化にともない，製品やシステムの信頼性・安全性は，使用者・使われ方・環境条件などによって従来よりもさらに大きく左右されるようになりました。特に BRICs をはじめとする新興国の市場では日本国内とのインフラなどの違いにより種々のトラブルが発生してしまいます。また，5.5 節で述べたように国内においても，製品事故の原因の過半数は誤使用や不注意により生じています。これらへの対処として，固有の信頼性・安全性と運用の信頼性・安全性の切り口より考察を行います。

固有の信頼性・安全性とは「設計・製作・試験などの過程を経てアイテムに作り込まれる信頼性・安全性」であり，運用の信頼性・安全性とは「運用または使用状態でのアイテムの信頼性・安全性」です。すなわち，前者は生まれつき備えられたものであって，後者は市場における諸要因によって支配される所が大きいものです(真壁[20])。この両者の溝を埋めるには，QA ステップの留

意点に加え、以下の6項に注意することが大切です。

(1) 市場分析にもとづく5W1Hの把握 [発生防止]

ユーザを含む関係者、使われ方、環境条件、インフラなど、多様化する市場の分析にもとづく運用・使用条件の十分な情報収集を行います。特に初期流動期間においては、徹底した三現主義による情報収集が必要です。B社では開発担当者が必ず顧客の下へ出向き、その使われ方・環境条件・満足・不満足点などを自らが収集し、設計時の思いとの差を探り、次期新製品へフィードバックを行っています。また、故障による返品などの市場不具合は、信頼性・安全性情報の宝と思ひ、顧客よりの十分な情報として収集しています。

(2) 上記(1)の情報にもとづく源流管理 [発生防止]

(1)にもとづく企画や開発での源流管理、特に信頼性・安全性の基準とその達成の仕組み、QA体系の充実が鍵を握ります。また、ユーザの“誤使用”(国によっては誤使用ではないおそれもあります)へのエラーブーフ対策も必要です。とりわけ短期開発製品に関しては、既存の確立した技術をいかに組み合わせ、新しい機能を創るかという点が特に重要となります。

(3) 上記(1)にもとづく評価 [流出防止]

DR・信頼性・安全性試験などによる評価と事前故障解析を徹底します。特に短期開発製品においては、3H(変化・はじめて・久しぶり)への重点評価が必要です。試験期間を短縮するためのシミュレーション技術も必須です。

(4) 市場品質情報の“見える化”とその活用 [発見]

市場よりのインシデント情報に常時目を光らせ、この中から重大事故の兆候をいち早く感知できる“人材”の育成と“態勢”の構築が必要です。

(5) 状態監視(モニタリング)による運用・使用性能の把握 [発見]

GPSとインターネットを使った状態監視保全による稼働・性能状況などの見える化も大切です。

(6) 万が一の事態が発生した場合への事前対処 [影響防止]

第3章に述べたように、ハードウェアの“fail(フェイル)”と人の“error(エラー)”の双方へのフェイルセーフ、エラーセーフ、そしてフェイルソフ

ト、エラーソフトおよび万が一への防護が必要であることは言うまでもありません。

7.2 グローバル生産と高度技術下での QA 体系の確立

メカ・エレキ・制御・ソフトが統合化され、従来とは異なり、各々が独立して開発・設計が進められない状況が増大しています。これに対処するためには QA ステップの源流段階において、これらのインターフェイスルールを確立し、メカ・エレキ・制御・個別ソフトの関連性を可視化した“統合型インターフェイス”の基盤づくりが必要となります。この源流段階での統合型インターフェイスを十分検討したうえでメカ・エレキ・個別ソフトに切り分けた開発がはじめて可能となります。

購買・外注においては、Make or Buy の選択を慎重に行わねばなりません。なぜなら長期的視点からの自らの組織における技術の蓄積に関係するためです。ブラックボックス化したときのリスクを事前に十分検討し、長期的視野を持つことが必要です。“選択と集中”とともに、その組織の提供し得る価値をどこにおくかは人材の育成、グローバル市場への予見性が必要となります。

“Buy”を決定した場合には、購買・外注先へのコスト削減をただ要請するのみではなく、使用・環境条件の情報提供は勿論のこと、コスト削減のマネジメント方法をも情報提供し、信頼性・安全性向上に協働することが大切です。

また、大変むずかしいのは購買・外注のグローバル化への対処です。購買においては、カタログ・サンプル・ISO-9000 認証取得の吟味だけではなく、必ず、現地の工場まで出向き、その品質管理体制を確認しなければいけません。外注においては、3.2 節で述べた PDCA の基本がしっかりと遵守されているかを見届けなければなりません。

7.3 保全を中心とする QA 体系の構築

製品・システムは市場の多様な環境条件の下で不特定多数のユーザにより用いられます。これに加え、保全業務の外部委託ならびに技術の高度化による技

術のブラックボックス化が進んでいます。こうした状況の中、運用・使用の信頼性・安全性の向上を図るためには、事後保全による再発防止を徹底するとともに以下の活動が必要です。

(1) 予防保全による運用・使用の信頼性・安全性向上

まず状態監視保全、オンコンディション保全、時間計画保全に代表される予防保全によるトラブルの未然防止を図らねばなりません。K社の建設機械はGPSとインターネットを用い、世界中の機器の車両状態(油圧、水温、油温)、燃費、負荷(エンジン回転、車速、変速、ブレーキ頻度)ならびに故障予知情報などを常時モニタリングし保全を行う状態監視保全がなされています(大田[1])。世界中から送られる大量データの情報の価値は計り知れません。

(2) 次世代信頼性・安全性情報システム

鈴木・椿[9]は、ブロードバンドなどのICT技術を活用し、高品質・高信頼性を実現するための情報の収集・蓄積・構造化・最適化・還元に資する次世代信頼性・安全性情報システムを提案しています。このシステムは、次の4つの情報システムより構成されています。

- i) 状態総合監視システム
- ii) 信頼性・安全性統合データベース
- iii) 信頼性メカニズムシミュレータ
- iv) 顧客別リスクコミュニケーションシステム

これにより、例えば

- ・Internetを用いた双方向コミュニケーションより個別リスクコミュニケーションによる未然防止(顧客1人ひとりへ“1週間後に貴殿が使用中の製品A中の部品aが故障する確率は95%です”とのメッセージを送ります)
- ・想定外利用・想定外使用条件の情報獲得とこれにもとづく新製品開発、あるいは強制使用禁止ロック

などへの活用が考えられます。文献[8]も参照ください。

(3) 保全性教育の再考と徹底

次に保安全管理に起因し発生する重大事故・トラブルが少なくないことに注目すべきです。保全段階における品質保証は保全を担当する管理者・技術者の優れた保全技術能力に依存する所が少なくありません。したがって、特に保全技術者については、点検・修理および故障解析の能力充実のための教育に加えて、QA 体系にもとづいた信頼性教育を行うことが大切です(真壁[20])。信頼性・安全性への教育とその重要性は金子[3]を参照してください。

(4) 企画・開発設計から保全段階までの一貫した QA 体系

今日までの QA 体系はややもすると1つの組織内を中心に構築されてきましたが、今後は市場の立場に立って協力企業のみならずユーザ・社会をも巻き込んだ、企画より保全までの一貫した QA 体系が必要です。このとき、特に市場の現場より経営トップへフィードバックされる保全情報の流れと質に注目することが重要です(真壁[20])。

8. 信頼性・安全性確保への社会・行政の役割－社会・行政とインフラ構築－

経年劣化リスクをとまなう長期間使用される製品への保証態勢に対しては、設計標準使用期間の明示、点検のあり方とその徹底が肝要であり、この遂行には社会・行政ならびにユーザを含めたQA体系の構築が必要です。これを以下に記します。

8.1 ユーザとメーカーと社会・行政の三位一体活動

第7章までは、ものづくりにおける信頼性・安全性の視点よりメーカー側の留意点を中心に述べてきました。しかし、すべてをメーカーに頼ってフルプルーフやフェイルセーフにより安全を実現することは不可能です。家庭や小中学校における安全教育・訓練・しつけが必要であり、また、屋内式ガス瞬間湯沸器のように、ユーザ自身による保守がむずかしく、経年劣化による重大事故の発生のおそれが高い“特定保守製品”については、行政側よりの点検・保守に関する規制も必要となります。このように信頼性・安全性の達成のためには、ユーザとメーカーと社会・行政が三位一体となり協力し合うことが大切です。

(1) 消費生活用製品安全法の改正(平成19年5月施行)

平成18年12月6日の改正により、“重大製品事故”が生じた場合、事業主より10日以内に国への報告が義務づけられました。法改正にもとづき届けられた重大事故は法改正後の1年間で1,346件あり、およそ月100件と経産省の予想を上回るペースとなっています。これらの情報はWebサイトに掲載されていますが、その有効活用とフォローが鍵を握っています。また、今回の法改正は重大製品事故に対するものです。未然防止の視点からは顧客情報・社内の

イントラネットなどを活用し、インシデント情報より重大事故を未然に防ぐこと、また、そのための態勢を築くことが大切です(3.3節参照)。

(2) 長期使用製品安全点検制度(平成 21 年 4 月施行)

消費者自身による保守がむずかしく、経年劣化による重大事故の発生のおそれが高い特定保守製品^{*1)}について、経年劣化による製品事故を未然に防止するため、消費者による点検その他の保守を適切に支援する制度であり、次項の責務を規定しています。

- ・製造事業者等は、事業開始の日から 30 日以内に、代表者の氏名・製品の区分・型式などの情報(略)を主務大臣に届け出る
- ・販売事業者等は、特定保守製品の取得者に対して経年劣化によるリスクや消費安全上点検が求められていることなどを説明する
- ・所有者は、経年劣化による事故が生じた場合に他人に危害を及ぼすおそれがあることに留意し、当該製品の保守に関する情報を収集し、点検期間に点検を行う

ここで点検期間は、設計標準使用期間の終期を挟んで、1 年以上 3 年以内の幅と定められています(図 6 参照)。

(3) 長期使用製品安全表示制度(平成 21 年 4 月施行)

これは経年劣化による重大事故の発生率は高くないものの、その残存台数が多く、長期間使用されることが多いために経年劣化による重大事故が一定程度発生している製品^{*2)}について、製造・輸入事業者が経年劣化によるリスクの注意喚起を行う表示をすることにより、消費者に適切な行動を促す制度です。以下の事項について機器本体の見やすい箇所に、明瞭に判読でき、かつ容易に消えない方法で表示することを規定します。

- ①製造年
- ②設計標準使用期間
- ③文言による表示「設計上の標準使用期間を超えて使用すると、経年劣化による発火・けがなどの事故にいたるおそれがある」

上記(2)と(3)の設計標準使用期間とは「標準的な使用条件(温度、湿度などの

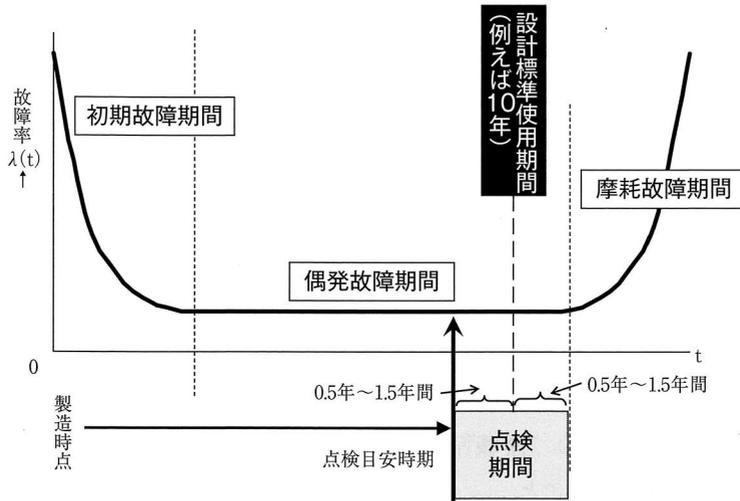


図6 設計標準使用期間と点検期間の考え方

(経済産業省ホームページ「製品安全ガイド」より引用)

使用環境，電源電圧，運転負荷，運転時間などの使用条件，運転回数等の使用頻度)の下で使用した場合に安全上支障なく使用することができる標準的な期間として，設計上設定された期間をいう」と定められ，使用条件は品目ごとにJISにおいて，また期間はメーカーごとに定めるよう規定されています。ただし，使用開始年月ではなく製造年月を始期とすることに留意してください。

※1) 屋内式ガス瞬間湯沸器(都市ガス用，LPガス用)，屋内式ガスふろがま(都市ガス用，LPガス用)，石油給湯機，石油ふろがま，密閉燃焼式石油温風暖房機，ビルトイン式電気食器洗機，浴室用電気乾燥機の9品目

※2) 扇風機，エアコン，換気扇，洗濯機，ブラウン管テレビの5品目

9. むすび

品質管理の視点より、信頼性と安全性の確保に関して述べてきました。1人の失敗・エラーを皆の財産にし、これから生じ得るトラブルの未然防止を徹底しましょう。このためには、

- ① PDCAのPの中の“標準”に、これまでの失敗・経験・ノウハウが蓄積・網羅されていること
- ② “標準”どおりに仕事を行うこと
- ③ 目的が未達であったときには、“標準”どおりの仕事がなされたか否かをまずはじめに検討すること
- ④ 1つのプロジェクトが終了したときには、必ず1週間や1ヵ月などの、振り返りの時間を持ち、このプロジェクトにより培った技術を伝承すること
- ⑤ 問題が生じた場合には、発生・発見・影響防止の3視点より根本原因分析を行うこと

が大切であることを述べました。

本稿の“はじめに”のQ10に関する表1は①アメリカ、②カナダ、③日本です。実は、アメリカとカナダのこのような“統計”教育の充実は1980年代後半、アメリカより数多くの方が日本へ品質管理を学びに来られ、日本の品質向上の原点に“問題解決”のための統計の活用があることを学び、それを持ち帰った結果です。私達はこのように教育に差があることをよく認識し、幼少の頃からのデータの収集、データの分析などをはじめとする初等中等教育への問題解決のための統計の重要性を訴えていきたいと思えます。

絶えざるPDCAと失敗を財産にすることにより、人類に成功を与え、役に

立つ、そして、環境に優しい、新製品をどんどん開発していただきたいと思えます。

謝辞

本稿作成にあたり、真壁肇先生、中條武志先生、永原賢造様、金子龍三様、田中健次先生をはじめとするJSQC 信頼性・安全性計画研究会の先輩・諸兄より数々の貴重なご助言を賜りました。ここに心より御礼申し上げます。

参考文献

- [1] 大田晋吾：「コマツにおける信頼性・安全性確保活動－建設・鉱山機械における製品信頼性・製品安全性確保活動－」, 『品質』, Vol.38, No.4, pp.54-61, 2008.
- [2] 奥名健二・津山努：「日立における不具合未然防止の取組みとその支援システムの構築」, 『品質』, Vol.39, No.3, pp. 42-46, 2009.
- [3] 金子龍三：「未然防止への管理職の役割と品質管理教育」, 『品質』, Vol.38, No.4, pp. 25-33, 2008.
- [4] ゴールドマンサックスグローバル ECS 調査部：『BRICs マンスリー』, Issue No : 10/03, 2010.
- [5] 佐々木真一：「トヨタのめざす品質保証活動 - 「品質は工程でつくり込む(= “自工程完結”）」をめざして-」, 『クオリティマネジメント』, Vol.58, pp. 36-43., 2010.
- [6] 鈴木和幸：『未然防止の原理とそのシステム』, 日科技連出版社, 2004.
- [7] 鈴木和幸・青木健：「ユーザの使用段階でのトラブルを未然防止するエラープルーフ化の方法」, 『品質』, Vol.39, No.4, pp. 79-91, 2009.
- [8] 鈴木和幸：「信頼性データベース」, 『クオリティマネジメント』, Vol.62, No.8, pp. 70-77, 2010.
- [9] 鈴木和幸・椿広計：“次世代品質・信頼性情報システム－ICT 活用による総合状態監視－”, 電気通信大学大学院情報システム学研究所シンポ

- ジウム, 第14回「信頼性とシステム安全学」予稿集, pp. 8-15, 2010.
- [10] 東京商工会議所:『クライシスコミュニケーションが見る見るわかる』, サンマーク出版, 2001.
- [11] NITE 独立行政法人 製品評価技術基盤機構 <http://www.nite.go.jp/>
- [12] 中條武志・久米均:「作業のフルプルーフ化に関する研究-製造における予測的フルプルーフ化の方法-」, 『品質』, Vol.15, pp. 41-50, 1985.
- [13] 中條武志・久米均:「作業フルプルーフ化に関する研究 -製造におけるフルプルーフ化の手法(2)」, 『品質』, Vol.16, No.1, pp. 4-13, 1986.
- [14] 中條武志:「根本原因分析の勧め-未然防止の視点からマネジメントシステムを見直す-」, 『品質』, Vol.38, No.4, pp. 17-24, 2008.
- [15] 中條武志:JSQC 選書 11『人に起因するトラブル・事故の未然防止とRCA』, 日本規格協会, 2010.
- [16] 永原賢造:「リコーにおける製品安全性のつくり込み活動-リスクマネジメントの中心的な対象として-」, 『品質』, Vol.38, No.4, pp. 48-53, 2008.
- [17] 永原賢造:「「プロセス保証」の質向上による短期開発への取り組み」, 『品質』, Vol.39, No.3, pp. 16-21, 2009.
- [18] Hitoshi Kume:『Quality Management in New Product Development』, Productivity Press, 2004.
- [19] 本田陽広:「「品質問題」を無くす設計と設計審査 No.2(仕組み・マネジメント改善, 人材育成)」, 第40回信頼性・保全性シンポジウム発表報告文集, pp. 249-254, 2010.
- [20] 真壁 肇, 鈴木和幸, 益田昭彦:『品質保証のための信頼性入門』, 日科技連出版社, 2002.
- [21] 益田昭彦, 岩瀬智之, 鈴木和幸:「信頼性・安全性解析の為の人・環境・装置の三要素 FMEA 手法の開発」, 『品質』, Vol.29, pp. 122-135, 1999.

2010 年度・第 51 回品質月間委員会委員（五十音順・敬称略）

委員長

大藤 正（玉川大学）

副委員長

光藤 義郎（JUKI 株）

委員

伊藤 要蔵（アイシン精機株）

内田 均（サンデン株）

會本 尚（日本商工会議所）

加藤雄一郎（名古屋工業大学）

河西 和雄（JSR 株）

斉藤 忠（岡谷電機産業株）

坂梨 智彦（JX 日鉱日石エネルギー株）

鈴木 優子（元ソニー株）

高井佐世子（財）日本消費者協会）

田中耕一郎（三菱自動車工業株）

中泉 純（財）日本規格協会）

永井 一志（玉川大学）

永井 成郎（キヤノン株）

長嶋 俊雄（株）竹中工務店）

三田 征史（財）日本科学技術連盟）

宮村 鐵夫（中央大学）

村川 賢司（前田建設工業株）

森 三雄（株）イトーヨーカ堂）

森永 博美（株）ブリヂストン）

柳本 直行（財）日本生産性本部）

湯浅 健司（株）日本経済新聞社）

芳野 康夫（アジア航測株）

和田 浩一（沖電気工業株）

著者紹介



鈴木和幸(すずき かずゆき)

【肩書】 工学博士(東京工業大学)

【主要活動】

- (社)日本品質管理学会 会長(平成 21 年 10 月～現在)
副会長(平成 18 年～平成 19 年, 平成 20 年～平成 21 年)
理事(平成 9 年～11 年, 平成 13 年～平成 16 年)
投稿論文審査委員長(平成 14 年～平成 16 年)
日本信頼性学会 副会長(平成 22 年～現在)
理事(平成 12 年～14 年)
論文審査委員長(平成 14 年～平成 16 年)
IEEE Reliability Society Japan Chapter, Chair (平成 17 年～18 年)

【著作】

- 論文 1) Optimum Specimen Sizes and Sample Allocation for Estimating Weibull Shape Parameters for Two Competing Failure Modes, *Technometrics*, Vol. 52, 209-220 (2010)
2) Nonparametric Estimation of Lifetime Distribution from a Record of Failures and Follow-ups, *Journal of the American Statistical Association*, Vol. 80, pp. 68-72 (1985) など 論文 63 編

- 著書 1) 信頼性データ解析(日科技連出版, 2009)
2) 信頼性七つ道具(日科技連出版, 2008)
3) 未然防止の原理とそのシステム(日科技連出版社, 2004)
4) 品質保証のための信頼性入門(日科技連出版社, 2002, 共著)
5) 信頼性モデルの統計解析(共立出版株式会社, 1989, 共著)など 著書 22 編

【受賞】

- 昭和 52 年 日経品質管理文献賞受賞
昭和 59 年 日本品質管理学会論文奨励賞受賞
昭和 61 年 日経品質管理文献賞受賞
平成 7 年 日本信頼性学会高木賞受賞
平成 8 年 日本設備管理学会論文賞受賞
平成 11 年 The Wilcoxon Prize 受賞(アメリカ品質学会・アメリカ統計学会)
平成 14 年 品質管理誌 QC 賞受賞
平成 15 年 日本信頼性学会高木賞受賞
平成 17 年 日経品質管理文献賞受賞
平成 18 年 日本信頼性学会高木賞受賞

【職歴】

- 1979 年東京工業大学大学院 理工学研究科博士課程修了後,
同年 東海大学講師に着任し, 助教授を経て, 現在 電気通信大学 総合情報学科 教授
(2010 年 7 月現在)

品質月間テキスト 375

品質管理を基盤とする
信頼性・安全性の確保

2010 年 10 月 1 日 発行 定 価 525 円 **本体 500 円** 税 5%

著 者 鈴 木 和 幸 ©

発 行 品 質 月 間 委 員 会

事務局 財団法人 日本科学技術連盟
企画広報室

〒151-0051 東京都渋谷区千駄ヶ谷 5-10-11
電話 03 (5379) 1283

財団法人 日本規格協会
普及事業本部

〒107-8440 東京都港区赤坂 4-1-24
電話 03 (3583) 8002

Printed in Japan

乱丁・落丁はお取り替えします

印刷 (株)金精社



2010
品質月間委員会

