

製品開発からの不良ゼロ対策

設問編

(社)日本能率協会 専任講師 中村 茂弘

詳細は URL:<http://home.catv.ne.jp/dd/aqcdltdr>をご参照下さい。

- 1 , 悪魔のサイクルに対するDR対策効果の理解
- 2 , 世界的に有名な基礎的DR手法の要点
FME、FTA、タグチメソッド、各種統計解析手法など
- 3 , 実務的に有効なDR手法に学ぶもの
- 4 , デザインCAEなどITの活用
- 5 , 新製品開発設計者に必要なリスク対策能力の必要性

設問1 ガス湯沸かし器による死亡事故

あつてはならない製品事故の例として、2006年7月19日に報道されたP社製作の製品事故の内容を紹介させていただくことにする。本内容は、ガス瞬間湯沸かし器による一酸化炭素中毒事故である。同種事故は85年以降15人が死亡する事故が明らかになったが、この対象は全て同社系列の修理会社が行った製品だった。内容は不正改造を従業員が行い安全装置が働かないようにしていたことが原因だったとしたとされるが、その後、老朽化などによる事故が加わり、27件の事故、20名もの死亡事故があったことが発覚した。この製品を製造するP社の社長らは、事件発生をつかんでいた。また、最初は、P社の社長は下請け業者の不正改造の責任を押しつける内容を紹介したが、訂正、結局は辞任を表明した。なお、事故はメモ程度の記録しかなく、社内の品質保証・情報共有や、社内事故公開～検討体制の無さ(不備)が明らかになった事件だった。では、この事件を例に、新製品開発段階で何をどのように対処すべきか？をまとめて下さい。なお、事故、並びに、当時の品質(事故)に関する情報管理は次のページに記すことにします。

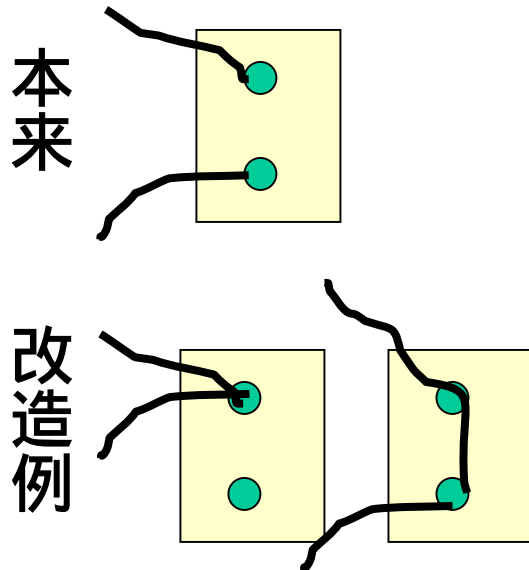
記載欄

事例 P社 ガス湯沸かし器の事故の要点

2005年11月P工業製ガス湯沸かし器を使用した大学生、上嶋浩幸さん当時18歳と兄が一酸化炭素中毒で死亡した。2008年12月19日新聞の報道には元社長らが東京地裁に出頭する内容を報じK元社長は「修理業者の不正改造で死亡事故に至ると思わなかった」と無罪を主張した。だが、1985年～2010年まで、中毒事故を起こした14名が死亡したという報告を受けながら製品回収対策を放置してきたことは明らかであり、不作為という罪で審議が行われている状況である。事故につながった内容は、寒冷地で半田が寒冷地を中心に外れるという現象に対して、工事業者が下図左のような改造を行ったことが、関与した(物理現象)事件である。判決が出るのは今後だが、連絡ルートは下図右の状況だった。

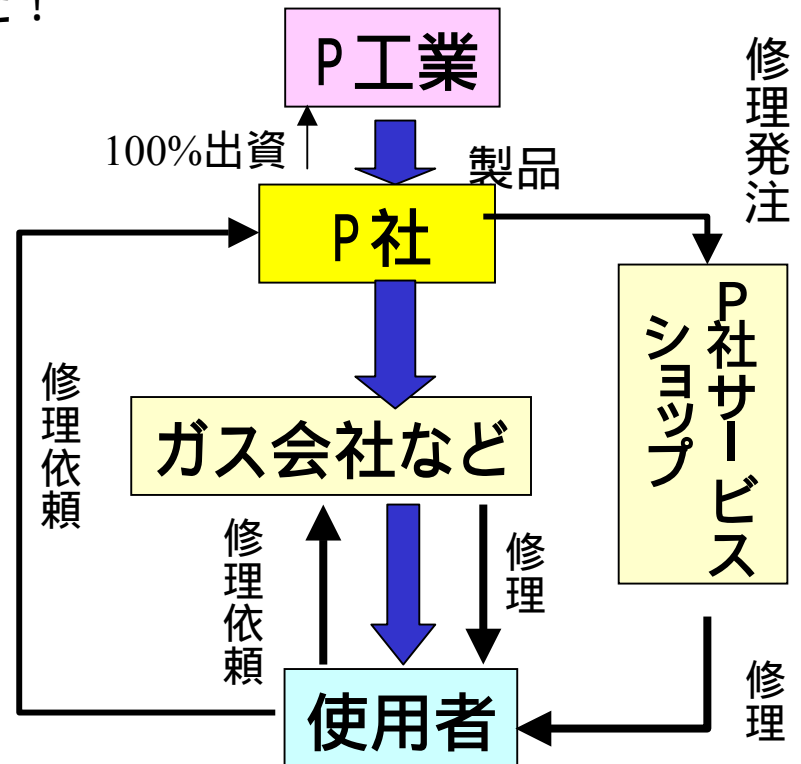
安全への意識の低さ露呈

不正改造内容



’82年には、寒地向けハンダが割れる実態も把握していた！

P社湯沸かし器の 販売修理の流れ



設問2

「他山の石」解析

新製品開発関係者なら、当然知っているべき重要な事故事例と解析内容が、多くの著書などの紹介されてる。そこで、その中から、特に有名な例を下に示します。では、この種の事故の原因とされる原因と、類似例を紹介して下さい。

事件名	記入欄
1, 米国のタコマ橋の破壊はなぜ起きたか？類似例は？	
2, 米国リバテ船の破壊沈没の原因は何か？類似例は	
3, 世界初ジェット旅客機コメットの空中破壊の原因は？類似例は？	
4, スペースシャトルチャレンジャー号の事故の要因は？類似例は？	
5, 日本航空441便航路を誤りサハリンに接近した事件の要因は？類似例は？	

設問3

新製品開発段階で決まる不良の比率

製品だけでなく、PCソフトを含め、不良やクレームの内容が新製品開発段階のつめ(検討内容)に大きく関与するデータが各所から示されている。では、通算してどの程度(数値的に見て)の比率になるか？を示した後、DR(Design Review)として、どの段階で何を検討すべきか？新製品開発ステップと、主要な検討項目をフローチャートの形で示して下さい。

記入欄

新製品開発段階の問題が、新製品販売後に占める不良・クレームの比率？

新製品開発ステップと主要DR検討項目？

KKD (勘・経験・度胸) + D (出たところ勝負) 方式の問題

じゅっくり実態を観察、計測しないで「こうに違いない！」と決め付けてしまう。

物事を一面的/部分的にしかとらえない。

最近話題となっているものにものみ、重点を置いて判断する。

重要な情報をしっかり集めずに結論を急ぐ

経験・感情・主観で物事を決める。

経験者、権力者、有名人や、声の大きい人の見解を重視する。

企業文化や従来の習慣に従って物事を決める。

一度決めたことは変えようとしない。

さんが、と人を信頼して、仕事の中身やプロセスを見ない。

2, 世界的に有名な基礎的DR手法の要点

FME、FTA、タグチメソッド、各種統計解析手法など

設問4

FMEAとFTA

FMEA (Failure Mode and Effects Analysis) は下の表を用い、事前検討段階で不良発生を狙いとして用いるが、この表で何を検討することが必要ですか？また、FMEAはFTA (Fail Tree Analysis) と共に用いることが重要とされていますが、その理由と相互の利用法を効果的に用いる方法について、解説して下さい。

機器名	故障モード	影響			致命度	対策
		機器	サブシステム	システム		

記入欄



【参考資料】 応用の例

FMEA適用上、化学系企業で 明確化すべき要件の例



潜在的な欠陥モードを把握～整理して、その影響をメカニズム＋事実解析とともに明確化した上で、発生頻度×影響度を評価し、DR対策に生かす対策を行っているか？

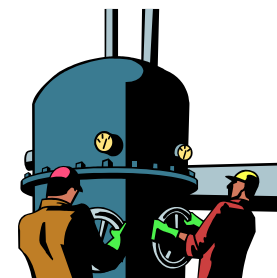
欠陥が生じる頻度を減少するか、欠陥そのものを除去する方策の研究・対策が進められるか？

顧客の製品・部品・材料に対する要求(向上を含めて)DR対策項目に抜けがないか？

DR対策では十分だが、現場の操業・管理などのレベルで製品のばらつきは発生しないか(プロセス管理)？

問題予備軍(リスク内容の一部顕在化)情報を受けたとき、即座に解析～問題消失へ向ける連絡・対策・フォロー体系を整備しているか？

形式的なDRになっていないか？真の問題、行うべきリスク項目の検討が実務的に進んでいるか(関連・協力会社を含めて)？



設問5 異常値の除去判定の手続き

10,11,8,12,10,9,12,18,11,11という10個の値が得られた場合、ここに異常値があるか否か？下表を埋める形で算定の後、異常値の有無と判定をして下さい。

上部管理限界 (UCL) : $= \bar{\bar{X}} + A_2 \cdot \bar{R}$

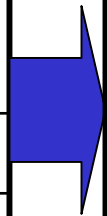
下部管理限界 (LCL) : $= \bar{\bar{X}} - A_2 \cdot \bar{R}$ の算式を用いて判定を行う。

この範囲を出るデータを異常値として扱う。

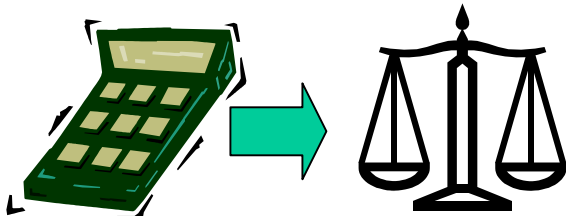
$\bar{\bar{X}}$: 平均値 (X) の平均、 \bar{R} : 最大誤差 (R) の平均、 A_2 : 統計による検定係数

異常値検定のための A_2 の値

グループ区分の中 のデータの数	A_2 の値
4	0.73
5	0.58
6	0.48
7	0.42

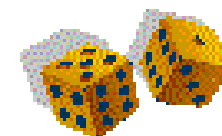
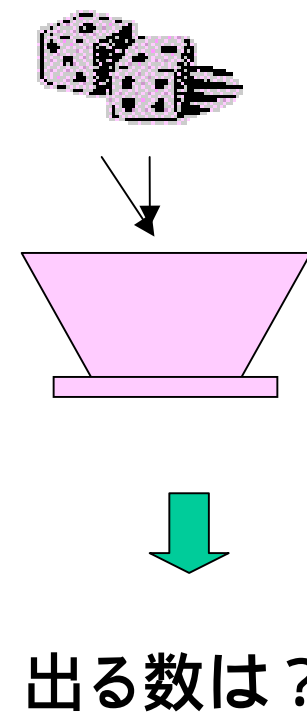
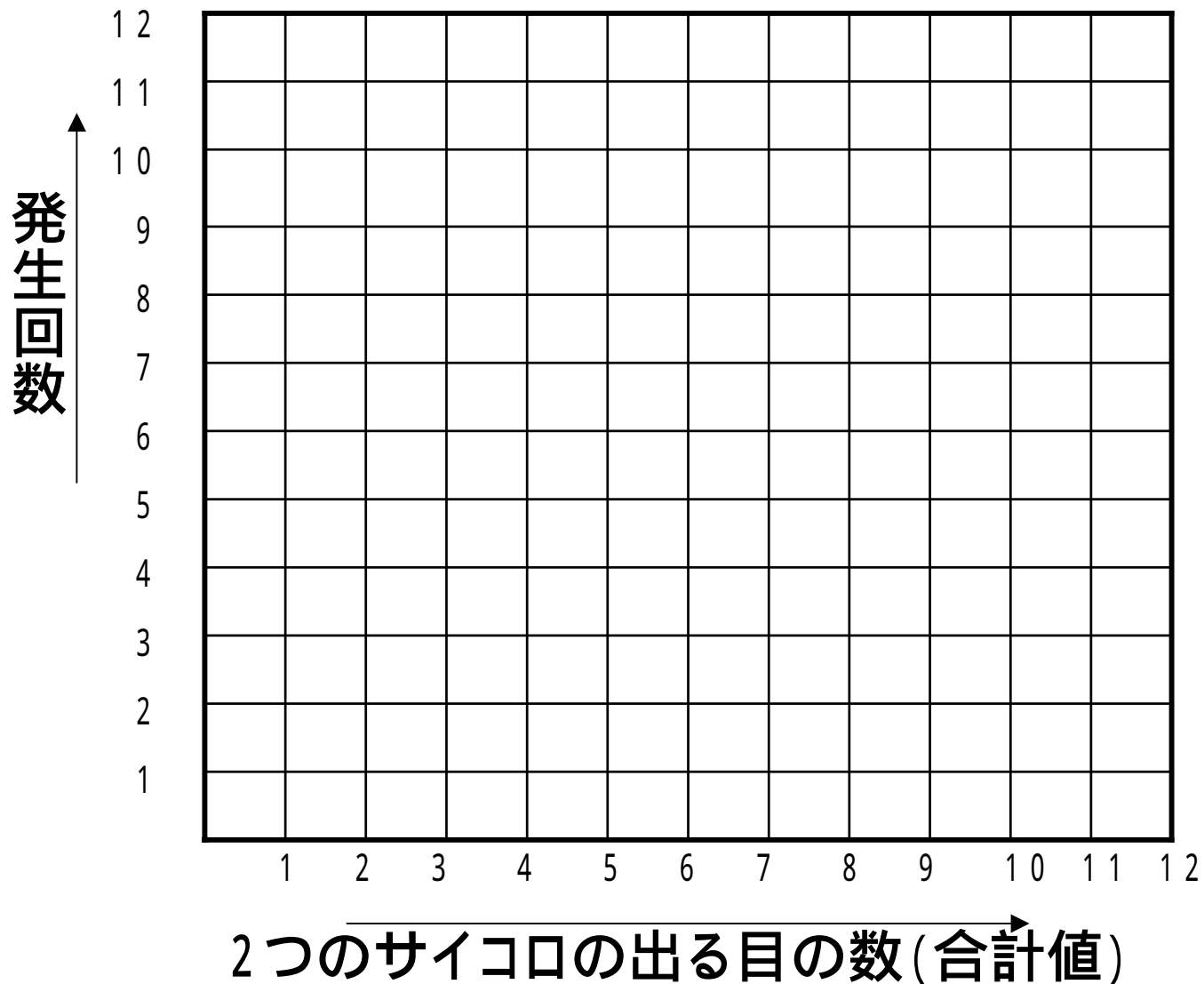


No.	X	\bar{X}	R	【判定】
1	10	} 合計値 = 平均値 \bar{X} =	グループ内の 最大値 - 最小値 = =	UCL = = LCL = =
2	11			
3	8			
4	12			
5	10			
6	9	} 合計値 = 平均値 \bar{X} =	グループ内の 最大値 - 最小値 = =	↓ 判定結果
7	12			
8	18			
9	11			
10	11			
		$\bar{X} = (\quad)$ $\div 2 =$	$R = (\quad) \div 2$ $=$	



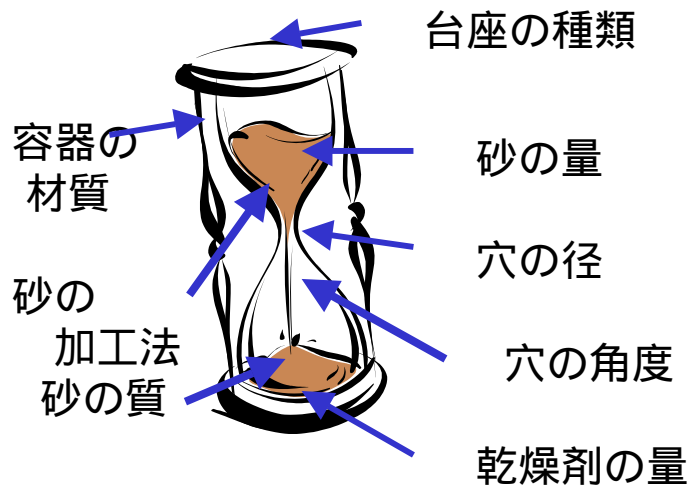
【参考例】 統計の扱い

下表は統計解析実験をサンプル的に行う例です。サイコロを2個持ち、出る目の合計値の中でどの値が最も大きくなるか？テストした後、なぜ、そうなるか？について科学的な考察をお願いします。



設問6

タグチ・メソッド



タグチ・メソッドは田口博士が実験計画法を製品実現の事前検討段階に活用し、統計的に見て、各種要因が最終製品にどのような関係を持つかを明確にする対策を効果的に行う、運用上の改善を加えた手法である。特に、NASAにおける宇宙開発に効果的に、TRIZという新製品アイデア検討手法と共に用いられ有名になったことで知られる手法の一つである。では、なぜ？製品実現までの各種の実験検証時間が短くなるのか？について解析の後、左の図のような例で、どのような解析を加える手続きを図るのか？簡単な解説を加えて下さい。

誤差因子をL₄直交表へ割り付け

No.	1列	2列	3列
	温度	湿度	振動
1	常温	普通	なし
2	常温	高湿	あり
3	高温	普通	あり
4	高温	高湿	なし

記載欄

誤差因子		N1	N2	N3	N4
1列	温度	常温	常温	高温	高温
2列	湿度	普通	高湿	普通	高湿
3列	振動	なし	あり	なし	なし

3 , 実務的に有効なDR手法に学ぶもの

設問7 DR対策効果

製品ライフサイクル短命化の時代にあって、製造現場のベテランを製品設計開発段階から参画願いたい不良やクレーム発生防止対策を図ることは、極めて重要だが、この種の取り組みの効果を具体的に例示した内容を例示して下さい(参考例:2005年春、キヤノンのデジカメ開発例などは、その種の例)。

設問8

DR対策実務問題解析の例(その1)

下に例示した問題は新製品開発~立ち上げ上の問題をDR対策で検討する実務問題として、対策が求められる重要な問題の例だが、皆様はどのように対策を進めるか？対策例を記載して下さい。

No.	項目	対策内容(例)記載欄
1	外注設計活用に伴う 間違いの対策	
2	設計審査時の洩れに 伴う間違いの対策	
3	購入材料・部品変更 に伴う間違いの対策	
4	判断ミスを防ぐ対策 思い違い・勘違い対策	
5	原理・方式・構造・特性 などの選択ミス対策	
6	強度不足対策、過去・ 既存データがない対策	
7	市場・ユーザー・クレーム・トラ ブル発生の防止対策	
8	コストダウンに伴うグレード 低下等の問題対策	

設問8

DR対策実務問題解析の例(その2)

No.	項目	対策内容(例)記載欄
9	試作品スケールアップ・ダウンサイジングに伴う対策	
10	安全(含むPL問題など)の事前対策	
11	担当者の変更(転勤・移動)に伴う不備対策	
12	熱・腐食・温度・振動・衝撃・雰囲気・経年変化などに伴う対策	
13	各種機構の組み合わせに伴う問題の対策	
14	操作性確保に伴う間違いの防止対策	
15	法律・条令・公的規制に伴う問題の対策	
16	立体配置に伴う干渉面の対策	

設問9

DR対象：固定・変化・新規の検討区分

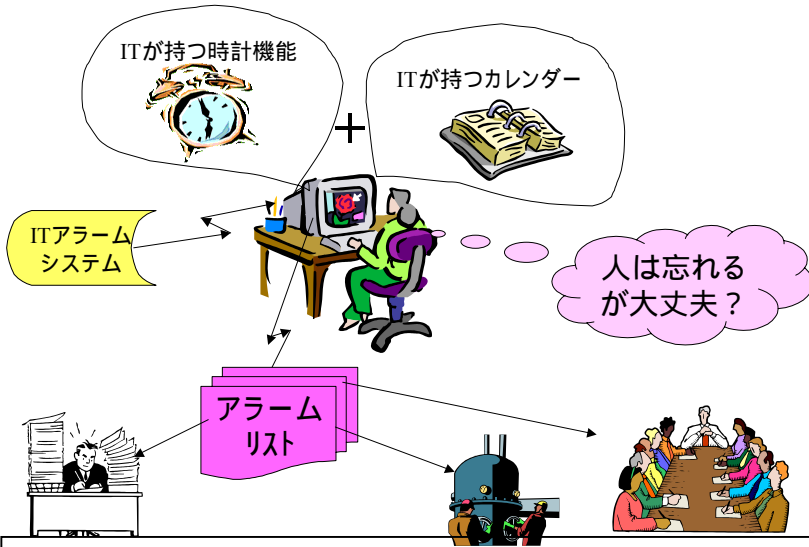
新製品開発には、その企業や業界、世界的にも 全くの新技术開発を行う場合と、 既存製品のちょっとした改善程度(マイナーチェンジ)、そして、 一部を新材料や新技术を投入して大きく改善して行く場合があり、ほとんど、新製品と呼ばれるものは の形態が多い。そうすると、過去から検討～技術的にも充実を図ってきた(1)固定部分、(2)変動部分、(3)その両者のインターフェースに分け、(2)と(3)に焦点を絞った対策を進めることが、検討項目や対象に集中できた結果、大きな検討事件の短縮にも貢献すると期待される。実務的に、このような重要な区分と対処を行うことは、限られた人、技術、時間や資金などを効果的に駆使する新製品開発マネジメント上、重要な内容だが、では、この種の内容を具体化させた新製品開発ステップとその進め方、さらに、適用効果について実務面から解説をお願いします。

記入欄

4, デザインCAEなどITの活用

設問10 過去トラ防止のための情報蓄積

IT活用が持つ機能の例



昨今、IT技術の進展に目覚しい状況だが、DRという事前検討段階にITを活用する対策は、DR上有効な対策のひとつである。左側にITの機能を例示したが、ITは過去の情報をITに蓄積して活用するだけでなく、各種の技術を検討する対策手段の道具として、かなり有用な機能を持つ。では、DR面での活用にしぼり、その要点に要点と事例をまとめて下さい。

記入欄

設問11 CAE～デザインCAE

製品実現に当たって、前もってITシミュレーションを活用した事前検討を行うことは極めて重要である。このため、CAE(Computer Aided Engineering)を活用して、例えば、有限要素法を始め、多くの解析手法を駆使して、熱、応力解析～振動、プラスチックの注入解析など、多岐に渡る解析を行うケースがある。過去、CAEは数千万するソフトウェアを活用して、製品設計の最終段階にシミュレーションテストを行う方式だけだったが、3D(三次元CAD)による図面製作が進む中で、現在、設計の初段階である、構想設計段階に用いるソフトが開発されている。だが、デザインCAEの信頼度は高い。その理由は昔から活用されてきたCAEの検討項目の85%近くをカバーすることが示されてきたからである。

では、このようなITによる事前検討システムが有効に作用する製品(技術)分野を例示し、従来、二次元CADや、試作品づくり～テストまで多大な時間がかかる仕事がどのように変化したか、事例などを例記して、その状況を解説して下さい。

記載欄

設問12 2D時代の問題対策

その1

2次元CADによる図面検討は3D(三次元)・CADの登場により、過去、かかえていた多くの問題の解決を果たしている。では、過去に2Dで対処されてきた問題が3Dを中心にどのような解決に向けることができるか？について「評価・対策例」の欄に記入して下さい。

No.	項目	要点	評価:対策例
1	頭で描いた通りのものが出来てこない	3画法で描いた図面が理解されず、必要部分がカットされ製作・加工された例	
2	ネジの頭が切れた。	ネジの頭が表面に出ないように100のネジの頭下を削りセット、規定トルク以下で切断した例	
3	鏡面对象の部品が出来上がった	コの字方の中央右に突起物をつける図面指示をしたが、中央左側に加工されてた(3画法)。	
4	上型と下型が合わなかった	はめ合い形状の2つの部品の製作図のピンの市が左右逆になり所定のはめ合いが出来なかった	
5	実験ユニットの送りねじナットに当たる	X-Yテーブルに設置した実験ユニットが送りネジの固定ナットに当たるため、使い物にならなかった	
6	隅と角が干渉し組み立てが出来ない	下駄の歯がついたような形のものを(III形状)を相互に歯の部分に向けて組み立てしたところ干渉し例(歯と板部の溶接部分が干渉,浮き上がり)	
7	押し板がコンテナにはまらない。	寸法公差が関係し、キ-がキ-溝に入る状況の構造物が途中でつかえて入らない事故	

No.	項目	要点	評価:対策例
8	リミットスイッチが効かずコチンと衝突した	リミットスイッチに当たるとレ-が作動して止まる加圧ポンチが暴走してしまった(ホカヨケなし)。	
9	位置決め治具の回転不良	顕微鏡下で使う6軸治具は、並列方向は設計思想通り作動したが、回転は極々微小だった。	
10	照明スイッチに手が届かない	車椅子利用者用にスイッチ設置を依頼、設置した結果、手が届かない問題が発生した。	
11	リムに亀裂が入った	建設機械のタイヤをバイアス式からラジアル式に変更したとき、亀裂事故が発生した。	
12	ラジエターに高応力が発生した。	ラジエターの小型化要求に従って設計変更したところ開発段階で高応力発生の問題を発見した。	
13	大型ダンプトラックが燃えた	エンジン付近に備えられた油圧ポンプのOリングが老朽化し、油漏れ・噴霧状にエンジンに飛来した結果発火、結局はダンプの延焼につながった。	
14	ナイロン製フロートが水に浮かない	燃料フィルタの中に装着した水溜り感知用フロートは材料が水を吸う性質を持っていて、沈み作動不良につながった。	

No.	項目	要点	評価:対策例
15	給油穴がつまった	給油量調整(減)のためクランクシャフトの給油穴を $\phi 3.2$ $\phi 0.5$ へと小さくして絞りをつけたが、異物のつまりを起し事故に近い問題となった。	
16	ひずみゲージが配線できない	製造工程においてひずみゲージを配線すべき工程で、凹部に半田ごてが入らないことが起きた。	
17	システムは正常なのに緊急停止した	個々のソフトが合格になったものを全体として組み合わせ統合化したとき、作動不良が出た。	
18	ノイズが多くて回路が使い物にならなかった	3種の電気回路を別々に発注した際に、デジタル部を発注する部門にアナログとの混同を伝えなかった。	
19	押し出し実験装置の加圧力不足で材料が押し出せない	アルミ押し出しでプレス最大の圧力を加えても材料がコンテナにつまり出てこない。	
20	ドアロックが開かなくなった。	電磁式度ドアロックのソレノイドが固着してしまいドアが開かなくなり顧客が車に閉じ込められた。 リレーをA社からB社に変更した後の事故	

5 , 新製品開発設計者に必要なリスク対策能力の必要性

設問13 忙しさからの脱出

製品事故に対し、研究開発者の反省(本音)を集めると、「検討時間が無く、忙しいため見逃しが起きた」という内容が多い。要は、日々、夜遅くまで課題に追われながらの仕事では、理想はともかく、十分な検討時間が取れない状況では、リスクはます。また、当然、対策の一番目は、時間効率の向上となる。では、間接業務のひとつを担う製品設計開発者の仕事の効率向上を図るために、どのような方法があるか? 「超・時間活用術」という局面から、対策を例示して下さい。



記入欄

設問14 悪魔のサイクル



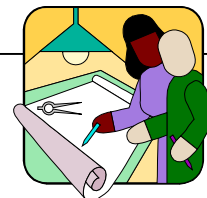
新製品設計・開発関係者が仕事を進める中で最も時間を奪われるムダ時間の筆頭は、「事前検討不足による問題発生への対応」である。要は「供えあれば憂いなし」の環境で物事を進めることが望まれるわけであり、事後処理に追われる対策工数は、事前検討時間の10～20倍と言われる実情を知るならば、事前検討重視の活動への体制づくりは極めて重要になる。では、通常に仕事を進める内容と、「悪魔のサイクル」と言われる内容を比較して、問題の再発防止を出来るだけ極少化する策を例示して下さい。

記入欄

設問15

必須DR項目チェック強制フィルター

DR対策は重要だが形式的になり勝ちである。そこで、過去トラと呼ばれる問題と類似のDR対策項目を漏れなく行うため、会社内で制度化を図り、必ず、必須DR項目の検討を行う必要がある。また、この種の対策がムダな仕事の減、ゆとりを持った事前検討時間の確保、社内で蓄積した技術・ノウハウのフル活用になる。では、この種の具体策を企業内でどのように行うべきか？具体的な手続きを例示して下さい。



記入欄