田ロメソッドの真髄を語る

「閉じられた世界」から「開かれた世界」へ

品質工学会名誉会員 原和彦

URL http://kaz7227.art.coocan.jp

Email bzh02554@nifty.com

失敗を恐れるな ぬるま湯の世界から飛び出せ!

- 蛙は熱い湯に入れると飛び出していくが、水を徐々に温めても温度の変化に気づかずじっとしている。
- ▶ ぬるま湯の中で育った人は、終戦直後のような 苦労を知らず、現状を打破しようという強烈な思 いを持ったことがない。

頭脳は優秀でも、そういう人たちが指導者に なった結果、停滞している現状を招いているので はないか。…ゆで蛙現象

(読売新聞1月4日 京セラ名誉会長 稲盛和夫)

"時間の壁を破れ"

-研究開発の生産性=アイディアの生産性×評価の生産性-

物理学では仕事量は力と時間の積(F×t)で 定義しているが、効率が問題にならない自然 現象の世界ではそれでよいが、一生懸命長 い間働いたけれどその成果がゼロだった時、 その人の仕事量はゼロと考えるのである。 仕事量はアウトプット(出力)で測るべきで、 インプット(入力)で測ってはならないことは 応用の世界では明らかなことである。

 $S_T = S_\beta + S_N$ S_β / S_N の最大化を図る

(「実験計画法」下巻538ページ)

「研究開発の生産性」を高める

(研究開発の生産性)=(アイディアの生産性)×(評価の生産性)

田口メソッドの真髄は、ダメなモノはダメを教えてくれる。

- ▶アイディアの生産性は、個人の能力で決まるが、たくさんのアイディアを創造できるかが問題。
- >評価の生産性は、機能性評価とパラメータ設計
 - 1. 機能性評価では、スペックはダメで、機能性を評価せよ。
 - 2. 直交表はダメなアイディアに早くダメ出しをするリトマス試験 紙で、ダメ出しされたら、自分のアイディアに固執せず 特性値・制御因子・ノイズの見直しで無駄なあがきを避ける
 - 3. 制御因子の交互作用がある場合は下流では再現しない。
 - 4. これまで解けなかった問題を試行錯誤で解けるようになるかが問題で、田口メソッドはアブダクションの方法論である。

品質工学はアブダクション方法論

ー「閉じた世界」から「開いた世界」へー

科学的方法論は、「演繹法と帰納法」など理論的に説明できる範囲で考える。(レスポンスの研究) PDCAは確認(Chek)管理の方法論。

技術的方法論は、効率的な試行錯誤で、理論的に説明できない範囲まで考えるアブダクション思考法である。

「ひらめき」が大切である。

統計学者は「手法に理論的根拠がない」と反論したが、田口先生はモノ作りは統計学と関係ないと相手にしなかった。西堀栄三郎初代南極越冬隊長の(忍術でもええで!)は有名である。PDSAは観察研究(Study)の方法論。(デミング博士)

13568=3 35280=3 48920=4 86938=6 56821=3 56390=? 上式の?はいくつか。

科学的思考から技術的思考へ

科学的思考は、自然現象を解明して、一つの正しい答え(1+2=3)を求める。実験計画法では、レスポンスの研究が目的で、ばらつきは等分散で、平均値(収率などのスペック)で答えを求める。



技術的思考は、自然にない人工的なものづくりが目的で、たくさんの答えの中から、ノイズに強い最適解をSN比で求める。低コスト・並精度の部品で、ばらつきは不等分散で、市場ばらつき優先で、顧客が満足する低価格製品を作る。

私の体験から

"科学的思考"の時代

-開発苦闘物語-

- 1953年 静岡大学工学部鴨川研究室で高速度カメラ(一万コマ/秒)を設計して製品化
- 1957年 松下電工に入社
- 1960年 ■はがき切手自動発売機(郵政省へ納入)-有効賞1級-30台製作して全国の9つの郵政局に納入
- 1966年 ■小型歯車の研究(0.1モジュール成形歯車)-技術有効賞2級-研究開発・設計・製造・検査の全てを経験する。: 個人技能としては蓄積したが 会社としての固有技術としては全く残っていない(伝承性)
- 1968年 ■電磁カウンタの研究(世界最速度100 cpsに成功)-特別有効賞-開発から生産まで3年かかり最後まで信頼性問題(カウント精度と寿命)で苦戦
- 1971年 ■クオーツ掛時計の開発(世界最薄ムーブメントの開発に成功)ー特別有効賞ー 古典的実験計画法で要素部品の最適な寸法を決める TQC推進責任者として、デミング賞受賞に貢献(S-H変換手法を確立)
- 1972年 ■自動時間スイッチの開発 "養鶏や養菊"に使われて農家に大損害を与えた。原因は接点溶着問題
- 1979年 ■自動定量止水装置(風呂の蛇口に取り付けて自動止水する)—有効賞1級— スリップ機構のトルク問題で半年足らずで故障して市場クレームが多発した
- 1980年 ■リレーの開発(有極型世界最小, 低消費電力)-特別有効賞-等価回路のシミュレーションで最適設計を行ったはずであるが, 信頼性問題で苦戦

品質工学との出会い

ー技術的思考の到来ー

- ■品質工学の導入《1980年代-悪魔扱いされた時代-》
- 1982年 ■ドットプリンタの開発(低消費電力を狙った小型ヘッドの開発) ピン折れ問題で苦戦しているときに、 唐津一先生の紹介で田口先生と 出会う
- 1983年 ■「プリンタのソレノイドプランジャーのバウンド量低減」に応用して成果 を出す(温度変化に弱かった)ーコンピュータシミュレーションの活用ー
- 1989年 肩タタキ機(もみもみ) の開発
 - 1970年に開発されたS(soft)-H(hard)変換で顧客が満足するシステムの考案
 - 人体生理の原理 原則を追求でプロのマッサージの指圧の因果関係をモデル化
 - ・プロの指圧師の指先に圧力センサをつけて、マッサージ曲線を描いて品質目標を 定量化(仮説検証型)

指圧する=f(指の動き、押す力、指の硬さ)

《開発のプロセス》S-H変換と品質工学の融合

①顧客の要求—②目的機能の分析—③計測と解析技術開発—④システムの選択 —⑤パラメータ設計—⑥商品開発へ応用展開(編集設計)

寿命試験から機能性の評価へ

ー機能性の評価で寿命を推定ー

スリップ機構の品質問題と機能性の評価

自動止水栓を開発したとき、1億回の寿命試験で、 止水機能を確認して、出荷しましたが、市場では 半年足らず(約200回)で故障してしまいました。

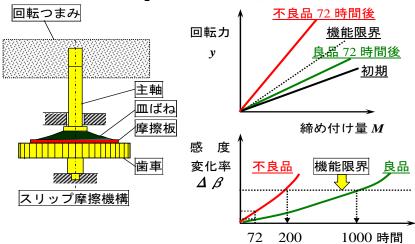
品質工学では下記のような評価を行います

問題を起こしたスリップ機構の「理想機能」を決める 理想機能は、「締め付け量Mと回転力yとの比例関係」 $y = \beta M$ である.

信号因子:締め付け量M(皿ばねの撓み量mm) 出力特性:回転力y(トルク計で測る $kg \cdot cm$)

誤差因子: N₁ (25℃の水で 0時間)

N2 (100°C温水で 24,48,72 時間放置)

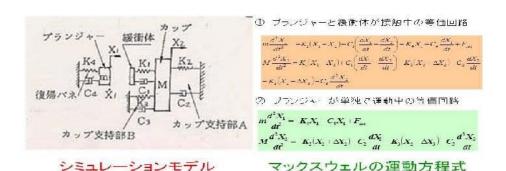


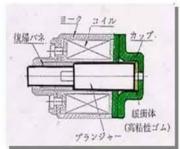
- ●1億回の寿命試験で 出荷したが、市場 では半年以内(約 200回)で故障し てしまった。
- ●最も厳しい24時間 以内の温水試験の 機能性の評価に切 り替えたロバスト 設計で問題を解決 した。

設計でCAEを活用して問題を解決した事例 一高品質と低コストは両立する一

プリンタの「システム設計」で、ソレノイドの温度上昇で プランジャーの「2度打ち」現象が発生して、「パラメー タ設計」で、CAEを活用して「システムを複雑にする」こ とで品質を改善できた事例(無用の用)

シミュレーションモデルと解析





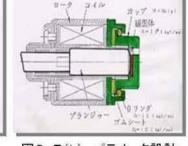


図2.7(a) システム設計

図2.7(b) パラメータ設計

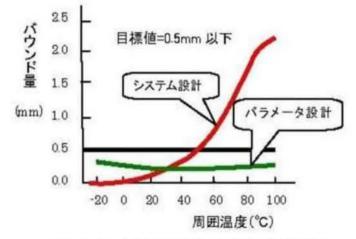


図2.8 ソレノイドの周囲温度とバウンド量の関係

表2 設計段階における全損失(品質とコストの和)の比較

設計段階	平均値	ばらつき	品質損失(円)	投入コスト(円)	全損失(円)
システム設計	2. 230	5. 160	10, 320	С	10, 320+C
パラメータ設計	0. 375	0. 154	308	C+15	323+C
許容差設計	0. 240	0. 068	136	C+15	151+C

1/30 品質・コスト改善

① プランジャーと緩衝体が接触中の等価モデル (バウンド量のゼロ望目特性)

$$m \frac{d'X_{\tau}}{dt'} = -K_{\tau}(X_{\tau} - X_{\tau}) - C_{\tau}\left(\frac{dX_{\tau}}{dt} - \frac{dX_{\tau}}{dt}\right) - K_{\tau}X_{\tau} - C_{\tau}\frac{dX_{\tau}}{dt} + F_{\tau}$$

$$M \frac{d'X_{\tau}}{dt'} = K_{\tau}(X_{\tau} - X_{\tau}) + C_{\tau}\left(\frac{dX_{\tau}}{dt} - \frac{dX_{\tau}}{dt}\right) - K_{\tau}(X_{\tau} + \Delta X_{\tau}) - C_{\tau}\frac{dX_{\tau}}{dt}$$

$$-K_{\tau}(X_{\tau} - \Delta X_{\tau}) - C_{\tau}\frac{d'X_{\tau}}{dt}$$

② プランジャーが単独で運動中の等価モデル (プランジャーの過渡応答性)

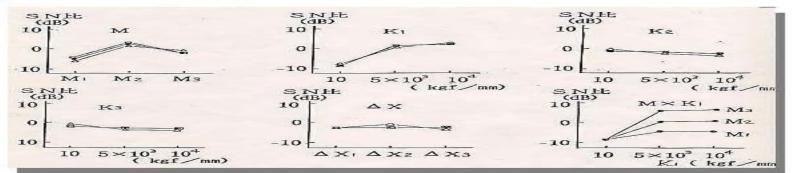
$$m \frac{d^{2}X_{1}}{dt^{2}} = -K_{4}X_{1} - C_{4}X_{1} + F_{xx}$$

$$M \frac{d^{2}X_{2}}{dt^{2}} = -K_{2}(X_{2} - \Delta X_{2}) - C_{2} \frac{dX_{2}}{dt} - K_{3}(X_{2} - \Delta X_{3}) - C_{3} \frac{d^{2}X_{2}}{dt}$$

制御因子と誤差因子の水準の設定

#315 ************************************	水準				
制御因子	1	2	3		
M:カップ慣性質量(g) K1:緩衝体ばね定数(kgf/mm) K2:カップ支持Aばね定数(kgf/mm) K3:カップ支持Bばね定数(kgf/mm)	M1 10 10 10 0	M2 5000 5000 5000	M3 10000 10000 10000 AX3		
ΔX: K2,K3 の圧縮量 (mm)	ΔX1 ΔX2 ΔX3				
誤差因子	1	2	3		
M:カップ質量(g) K1:緩衝体ばね定数(kgf/mm) K2:カップ支持 A ばね定数(kgf/mm) K3:カップ支持 B ばね定数(kgf/mm) ΔX:K2,K3 の圧縮量(mm)	10% 20% 20% 20% 40%	0 0 0 0	+10% +20% +20% +20% +20%		

要因効果図の作成



コンピュータシミュレーションの場合、制御因子の水準は自由に選択できるから、ばね定数は非常に大きな範囲に設定した。誤差因子の水準幅も大きく設定した。

直交表 L27 と L18 と L36 でシミュレーションによる実験を行った結果の分散分析で、**寄与率**を比較すると下表のようになる。要因効果図もほぼ同じ傾向を示す。**L27 は交互作用を求められるが、L18 の誤差と一致している。**この交互作用はばね定数の水準幅を大きく設定したために生じたものであるから、ばね定数 K1 を5000 から 10000 の間にとっておれば交互作用はないことが分かる。

新しいシステムに変更すれば、K1 の最適条件は 10000 であるから、交互作用は存在しないことになる。

Control Factor &Interaction	L27	L18	L36
M; Inertial Mass of cap	22.6	27.3	26.2
K1; Stiffness of damping plate	57.7	40.9	46.9
K2; Stiffness of support portion A	0.3	0.2	0.2
K3; Stiffness of support portion B	0.5	3.9	2.0
△ X; Deflection of K2,K3	0.2	9.7	0.9
M×K1; Interaction	16.0	224 199	
K1×K2; Interaction	0.5		-
e ; Error	2.2	18.0	23.8
T; Total (%)	100	100	100

Comparison of contribution ratio

設計段階	平均値	ばらつき	品質損失 (円)	コスト (円)	全損失 (円)
初期設計	2.230	5.160	10,320	C	10,320+C
パラメータ設計	0.375	0.154	308	C+15	323+C
許容差設計	0.240	0.068	136	C+15	151+C

表 3. 設計の各段階における品質損失とコストの比較

品質損失は市場における損失で、下式の「損失関数」を用いる。

$$L(\square) = \frac{\mathbf{A}_0}{{\Delta_0}^2} \times \sigma^2 = \frac{4500}{1.5^2} \times \sigma^2$$

ここに A₀ (円) は機能限界 Δ₀=1.5mm を越えたときの損失金額(4500 円)

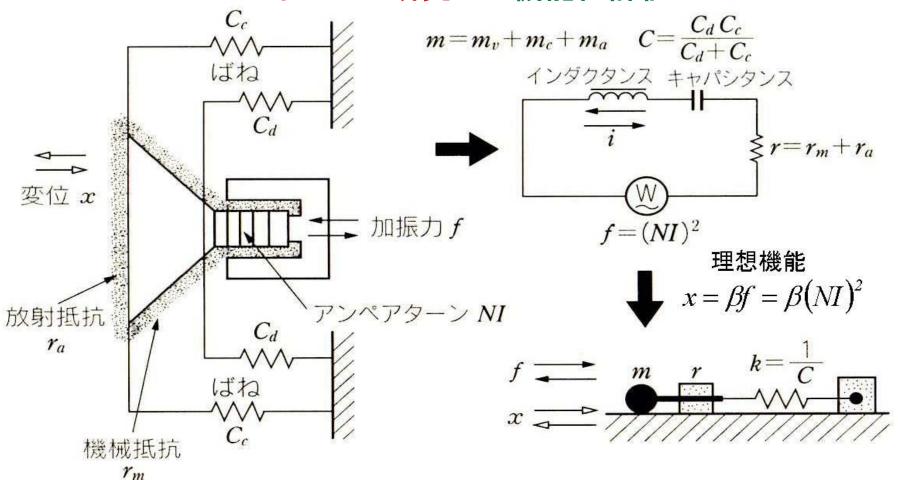
4. 考察

- 1. 初期のシステム設計は構造が簡単で改善の余地が少なかった。
- 2. シミュレーションを行ったため、新しいシステムを考案することができた。
- 3. たくさんの制御因子とノイズの非線形効果でばらつき改善ができた。
- 4. 僅かなコストアップで品質改善を図ることができた。

1/30のコスト改 善を実現

機械系と電気回路のアナロジー

レスポンスの研究から機能性評価へ



スピーカーシステムのアナロジーと機能性評価

(品質工学応用講座「電子・電気の技術開発」53ページ参照)

電気回路と機械回路の対応

電気回路の機能性評価

$$i(t) = \frac{v(t)}{R + j\omega L + 1/j\omega C}$$

$$i(t) = y$$

$$R + j\omega L + 1/j\omega C = 1/\beta$$

$$v(t) = M$$
とおくと

$$y = \beta M$$

が理想機能である。

機械回路の機能性評価

$$x(t) = \frac{f(t)}{(k - \omega^2 m) + j(\omega/r)}$$

$$x(t) = y$$

$$(k - \omega^2 m) + j(\omega/r) = 1/\beta$$

$$f(t) = M$$

$$\xi + \xi \xi$$

$$y = \beta M$$

が理想機能である

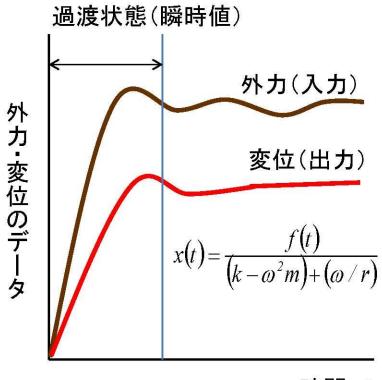
過渡特性の機能性評価

"Dynamic Characteristic"

過渡状態(瞬時値)

電圧(入力) 電圧・電流のデータ $i(t) = \frac{v(t)}{R + j\omega L + 1/j\omega C}$

時間 t



時間 t

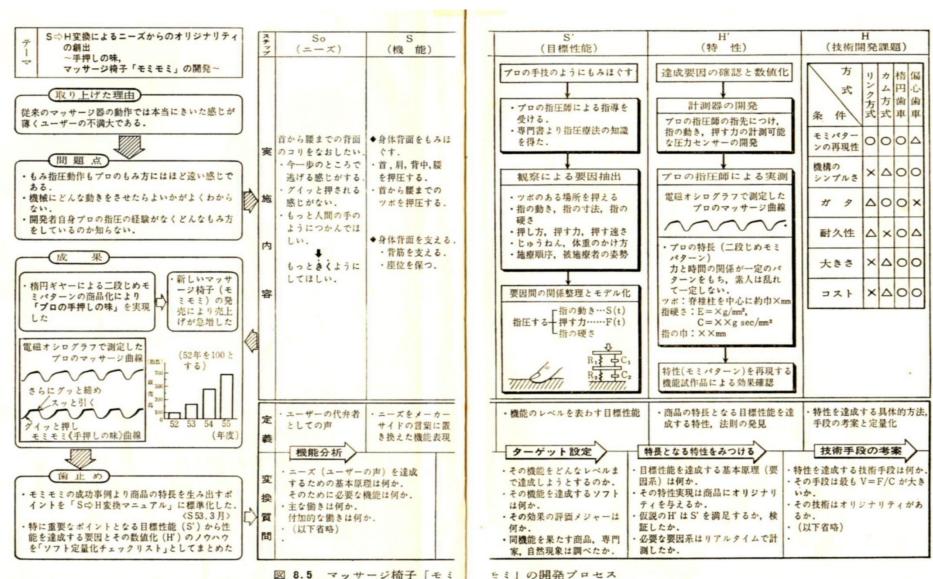
電気回路の機能性評価

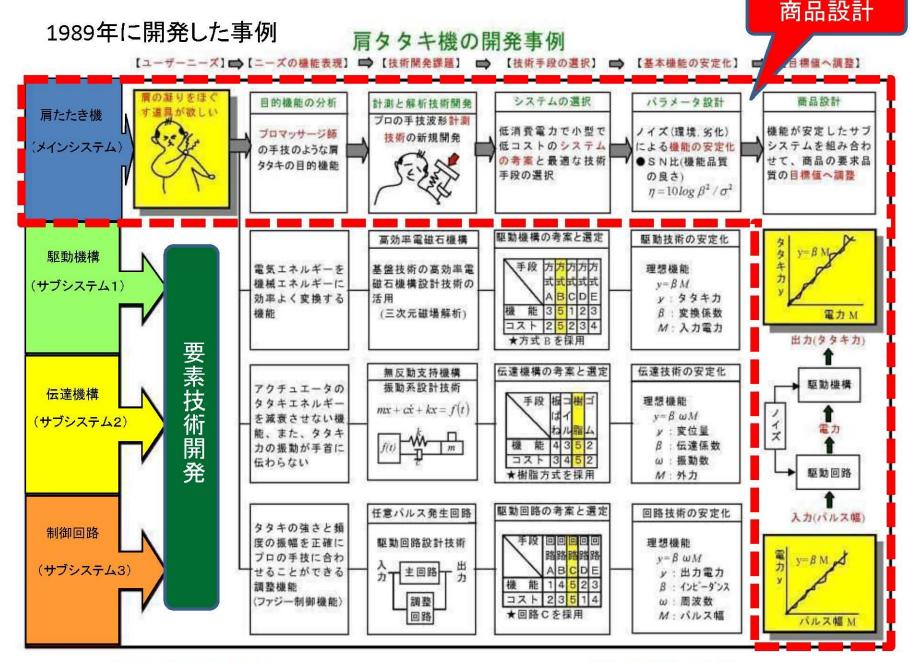
機械回路の機能性評価

開発の生産性を高めるためには過渡特性の機能性評価が大切である。 評価は定常状態でなく過渡状態を重視する。

S-H変換によるシステム選択

マッサージ椅子の開発プロセス(1980年)





"技術開発"の成果を寄せ集めて、"商品設計"を行う。

"目的機能"と"基本機能"の関係

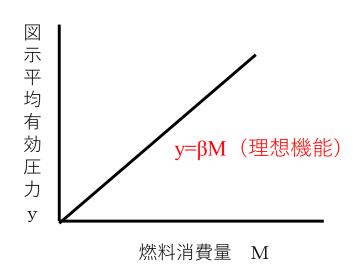
- 機能性評価では、人間の都合が目的機能であり、自然の原理との調和をとったのが基本機能である。
- ▶ 基本機能では、人間の都合(願望)と 自然の都合(摂理)の間を取り持つ交渉 の武器なのだ。 技術者は人間と自然を 相手にしたネゴシエイターである。

エンジンの機能性の評価(1)

一目的機能の評価ー

1. 目的機能(Objective Function)で評価する場合

エンジンの機能は、ガソリンの燃焼エネルギーをピストンを利用してクランクシャフトを回転させる機械的トルクに変換することである。



SN比
$$\eta = 10\log\frac{\beta^2}{\sigma^2}$$

感 度
$$S = 10\log \beta^2$$

この研究では、騒音や振動を減ら しただけではなく、車の<mark>燃費を</mark> 8%減らすことに成功した。 (Ford Motor Company の事例)

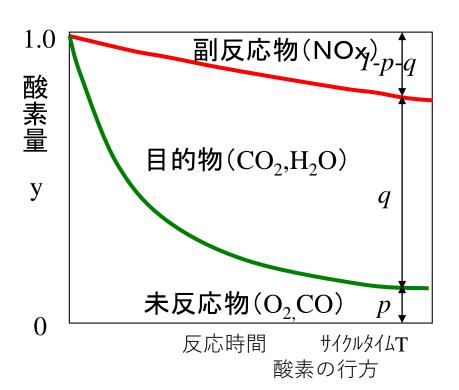
この目的機能の研究では、弊害項目のNOxに対する対策が抜けていたのである. 目的機能の研究では「 $-石全鳥(One\ stone\ kills\ all\ birds)$ 」というわけにはいかなかったのである.

エンジンの機能性の評価(2)

ー基本機能の評価合一

2. 基本機能 (Generic Function) で評価する場合

エンジンの基本機能は「化学反応」である。エンジンに燃料,空気などを入れて,圧縮した上で点火すると爆発が起こり,ピストンを動かすのであるが,これは化学反応を用いているシステムである。



基本機能(理想機能)を次のように 定義する。

$$p = e^{-\beta_1 T}$$
$$p + q = e^{-\beta_2 T}$$

反応速度β₁, β₂を求める.

$$eta_1 = 1/T \ln(1/q)$$
 $eta_2 = 1/T \ln(1/(p+q))$ S N比 $\eta = 10 \log(eta_1^2/eta_2^2)$ 感 度 $S = 10 \log eta_1^2$

SN比と感度が大きい方が効率がよいと評価される。

購入部品の評価

CdS素子の機能性の評価(1)

1. CdS素子の目的機能と基本機能

CdS素子は電気回路の開閉を周囲の明るさによって、自動的に制御するために開発されたものである。設計者の要求する品質特性としては、式(1)のような γ 率(抵抗比の対数/光量比の対数)などが考えられる。

$$\gamma_{10}^{100} = \{\ln(R_{10}/R_{100})\}/\{\ln(L_{100}/L_{10})\}$$
 (1)

品質の安定性を確保するためには、開発設計段階に於いて、回路素子の基本機能について下記のような評価を行うことが大切である。

CdS素子の目的機能は「光量の変化で抵抗値が変わること」であるから、式(2)のような指数関数が成り立つことが予測される。

$$R = R_0 e^{-\alpha(L - L_0)} \tag{2}$$

そこで、CdS素子の基本機能、「光量によって変化する抵抗の機能である 電圧と電流の比例関係(オームの法則)」を式(3)のように考える。

 $I = y, 1/R = \beta, V = M$ とおくと

理想機能は $y = \beta M$ (4)

で表わされる。

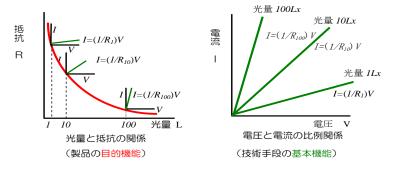


図1 CdS素子の機能説明図

購入部品の評価では 顧客の欲しい機能に ついて、品質特性の 規格に対する合否の 判定ではなく.機能 性の評価に変えるこ とで短時間で市場に おける品質を評価で きる

CdS素子の機能性の評価(2)

2. 基本機能の評価実験

基本機能の計測特性について、入力信号を電圧、出力特性を 電流として、光量や劣化ノイズ別に表1のように計測する。

この実験においては、光量と電流の物理的な関係が分からなかったので、光量は信号因子として扱わず使用条件(標示因子)と考えた。

この実験の調合ノイズは下記のとおりである。

N1:初期状態(常温、常湿)

N2:劣化状態(高温、高湿)

表1のデータは表2に示す品種6の製品について実験したものである。

		M1 (2V)	M2 (8V)	M3 (14V)	線形式
N1(初 期)	A1 (1lx)	y 11 (2.5)	у 12 (11.0)	y 13 (20.0)	L1= 373.0
	A2 (10lx)	y 21 (20.0)	у 22 (93.0)	у 23 (170.0)	L 2= 3164.0
	A3 (100lx)	y 31 (184.0)	y 32 (820.0)	у 33 (1480.0)	L 3=27648.0
	A1 (1lx)	y 41 (2.5)	y 42 (10.2)	y 43 (18.2)	L4= 341.4
N2(劣化後)	A2 (10lx)	у 51 (21.0)	у 52 (90.0)	у 53 (164.0)	L 5= 3058.0
	A3 (100lx)	y 61 (178.0)	y 62 (800.0)	у 63 (1400.0)	L 6=26356.0

表 1 電圧と電流の入出力関係

3. 実験データの解析

抵抗の機能の安定性(SN 比)

$$\eta = 10\log_{\frac{1}{6r}} \frac{\frac{1}{6r}(S_{\beta} - V_{e})}{V_{N}} = 10\log_{\frac{1}{6\times264}} \frac{\frac{1}{6\times264}(2344528 - 140)}{324} = 6.60db$$

抵抗値の大きさ(感度)

$$S = 10\log\frac{1}{6r}(S_{\beta} - V_{e}) = 10\log\frac{1}{6 \times 264}(2344528 - 140) = 31.70db$$

- ・ 光量に関係なく, 抵抗 値が安定していること が望ましいので, 各光 量におけるオームの法 則(電圧と電流の比る 関係)を満足していることを評価すればよい。
- ・ ノイズの影響は使用環 境や耐久試験の前後を 考える。

CdS素子の機能性の評価(3)

4. 評価の結果と考察

市場における3社の9品種について、上記の評価実験を行い、初期と劣化後の SN 比を求めた結果と総コスト(製品コスト+品質損失)の比較を表2に示す。

品種	初期値	24 時間後	損失コスト	製品コスト	総コスト
1	10. 29	12. 08	9. 4円	80円	89. 4円
2	10. 21	11. 49	10. 6円	100円	110. 6円
3	13. 12	15. 19	4. 5円	80円	84. 5円
4	8. 21	0. 51	133. 9円	50円	183. 9円
5	5. 64	4. 42	54. 1円	40円	94. 1円
6	8. 12	6. 60	32. 8円	60円	92. 8円
7	7. 74	4. 62	51. 9円	40円	91. 9円
8	14. 34	13. 24	7. 1円	90円	97. 1円
9	-11.70	-9 . 05	1250. 5円	30円	1280. 5円

表 2 メーカー別の機能性のSN比評価(db)とコスト比較

損失コストは下記の「損失関数」で求めた値である。比例乗数を 150円に設定した。

$$L(\square) = \frac{A_0}{{\Delta_0}^2} \times {\beta_0}^2 \times \frac{1}{\eta} = 150 \times \frac{1}{\eta}$$

品質とコストの両面から評価すると、 **品種3**の製品が最も良くて、 **品種9**の製品が最も悪い

ことがわかる。実際に購入するときには、品質・コストの両面から 判断して決めることになる。

SN比の評価では品 種の差が25dbもあり、 損失関数で評価す ると1200円以上の 差があり、製品コス トと品質コストのバラ ンスで購入品を決め ることが大切である。

一石三鳥(QCD)の品質工学

ーコストがすべてに優先する一













- | ① 品質損失の改善によ | る<mark>製品コスト</mark>削減
 - ② 開発期間の短縮による開発コスト削減



- 品質が欲しければ、
 品質を測るな
- ② CAEとの融合で試作 レス・試験レスの実現

2段階設計

- ①ロバスト設計
- ② チューニング設計
- ③ 規格値の決定
- "失敗"を早く見つける

品質を上げれば、コストは下げられる

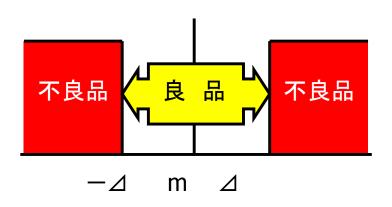
品質管理の限界

- 一品質管理は再発防止が目的で、未然防止にはならない-
 - 出荷検査に合格したのに、市場 クレームが発生する。
 - ② 信頼性試験を行ったのに、市場 クレームが発生する。
 - ③ 厳重なDR(設計審査)を行った のに、市場クレームが発生する。

不良率から損失関数へ

一生産者損失と消費者損失一

品質管理の考え方 -生産者の立場-



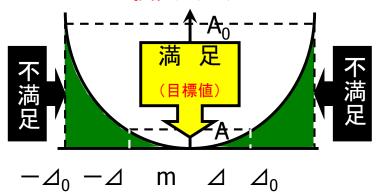
△:出荷規格 m:目標値 「不良率や故障率」で合否の判定を表す 不良率 p=(r/N)×100% 故障率 λ=[r/(N⊿t)]×100%



良品には損失はないと判断する

品質工学の考え方 -消費者の立場-

損失L(円)



⊿:出荷規格 ⊿0:機能限界

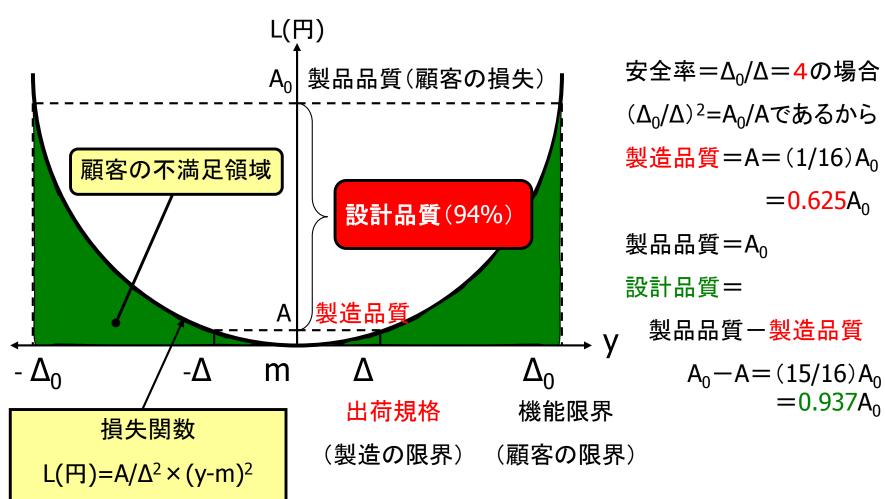
m:目標值 A:生産者損失

Ao: 消費者損失「損失関数」で製品の

品質損失を表す

$$L(円) = (A_0/\Delta_0^2) \times (1/\eta)$$
$$\eta = m^2/\sigma^2(SN比)$$

市場クレームの94%は設計責任



③ 厳重なDR(設計審査)を行った のに、市場クレームが発生する。

従来の設計では、設計品質を高めるた めに、デザインレビュー(DR:設計 審査)を行うが、DRの基本思想は、 従来設計と変わったところの心配点を 探し出そうというチェックリストによ る「再発防止(失敗に学ぶ)」であって、 市場品質を追求する「未然防止」には ならない。DR作成の資料作りは、設 計者の負担が増すだけである。

開発プロセスの体質を改善するための設計審査の要点

(設計の空洞化を防ぐ先行技術開発)

- ③品質目標と規格の要点 (品質のあるべき姿が明確になっているか)
- (1)消費者の満足する「品質目標」を決めたか、 (生産者の都合で決めてはならない)
- (2)「品質目標設定書」が明確になっているか。 (「QFD」による有効な機能分析を活用する)
- (3)「ベンチマーク」の調査はできているか (機能。性能、価格など他社の実力を知る)
- (4)「<mark>規格」は「機能限界」</mark>から決められているか (規格は工程能力から決めてはならない)
- (5)部品規格は商品規格から「個別」に決める (商品特性に対する部品特性の影響で決める)
- (1)機能を満足する「システム選択」ができている (独創的なシステムやサブシステムを決める)
- (2)「技術の編集設計」を行っているか (蓄積された技術を寄せ集めて商品設計を行う)
- (3)「パラメータ設計」を省略できないか (「目標値へ調整」だけで設計できないか
- (4)「<u>許容差設計</u>」でコスト改善を図ったか (品質とコストのトレードオフでコスト改善)
- (5)「図面やスペック」の設計根拠は明確か (技術開発の「ノウハウ」を設計根拠にする
- ④商品設計の短縮化 (設計で「品質とコスト」が達成しているか)

- ②評価技術のあるべき姿
- (1)「目的機能」と「基本機能」を決めているか (商品や技術の理想機能を決める)
- (2)「何を測るか」が明確になっているか。 (機能を満足する「計測特性」を選ぶ
- (3)「必然誤差」で機能性を評価しているか (使用環境劣化の「ノイズ」で誤差をつぶす
- (4)機能性評価を「SN比」で行っているか (「多次元情報」を1個の解析特性に集約)
- (5)「品質を改善するときには、品質を測るな」 (管理は品質特性で、改善は機能性で)
- (1)加工機械の「加工精度」が分かっているか (実物を加工して「SN比誤差」を求める)
- (2)「形状誤差(反りや円周度)」は測れない (加工機械の機能性評価は「SN比」で求める
- (3)半田つけの評価は汎用技術になっているか、 (半田つけの評価は「電圧一電流」で評価
- (4)図面やスペックは製造技術で保障されている か(製造できない図面は絵に描いた餅である)
- (5)「工程条件の最適化」で部品の精度は決まる (製造工程の「パラメータ設計」を行う)

⑤製造技術で品質改善 (加工性の向上で品質改善を行っているか)

- ①要素技術の蓄積と活用(技術開発が商品企画に先行しているか
- (1)「新技術」は技術開発で従来技術になっているか、 (未経験の技術は「技術の限界」を明確にする)
- (2)将来の「品種」を考えた技術開発をやっているか (先行性・汎用性・再現性が技術の3条件)
- (3)「製造の技術開発」を商品設計の前に行っているか-(商品の設計技術と製造技術の並行開発を実施)
- (4)電子部品など「購入品の評価」ができているか (部品や材料の機能性評価を実施)
- (5)技術開発で「開発期間の短縮」を図っているか (商品設計は従来技術の「編集設計」で実施)
- (1)「モノ」を作る前に「品質」を創っているか (「問題解決型」から「技術開発型」へ移行せよ)
- (2)「開発ステップの品質」が明確になっているか

源流品質=技術開発用 上流品質=商品開発用中流品質=製造管理用 下流品質=マネジメント用

- (3)「技術開発」が「商品開発に先行しているか
 - ①先行性=商品企画に先行している
 - ②汎用性=たくさんの品種に適用できる
 - ③再現性=市場に行っても再現する

⑥新商品開発管理

(「開発プロセス」が源流管理になっているか

ものづくり十の戒ー田ロメソッドの真髄ー

- 1. モノを作る前に、品質を創れ 先行性技術開発
- 2. 品質工学は統計的誤差や分布は考えない 必然誤差
- 3. 市場品質はすべて設計で決まる 94%は設計責任
- 4. 科学的思考(レスポンスの研究)では

品質は改善できない 技術的思考

- 5. 品質を改善したければ、品質を測るな 機能性評価
- 6. 基本機能の理想機能は技術者の独創 アブダクション思考
- 7. 機能性はSN比で、再現性は直交表で パラメータ設計
- 8. 品質評価はn=1でよい 短期間で市場品質評価
- 9. 品質は複雑なシステムでなければ改善できない 無用の用
- 10. 社会的損失の最小化を図れ 品質改善からコスト改善