

何が、品質工学の普及を妨げるのか

品質工学の普及は結果に過ぎないから
「品質工学を普及させたかったら、品質工学
のことを考えるな。（「技術力」を高めよ？）」
はY先生の言葉である。

（品質工学誌 Vol.22 No.6）

普及を妨げる最大の原因

- 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。
- めるま湯の中で育った人は、終戦直後のような苦勞を知らず、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。…

(読売新聞1月4日 京セラ名誉会長 稲盛和夫)

“利他の心”と品質工学

- 利他の心は、自らの利益を追求するのではなく、他人の利益を図ろうという考え方である。（日本航空を立て直した稲森和夫氏の言葉）
- 品質工学の心は、顧客の立場に立って、機能性評価を行い、顧客の使う環境条件や耐久性のトラブル予防で未然防止を行い、事故が起きた時、被害が最小になるように安全対策を実施する。

管理技術のパラダイムシフト

— 専門家は自分のパラダイムの中で考えている —

- 終戦後モノづくりの世界で、アメリカから導入された、統計学に基づく科学的管理技術である「品質管理」で仕事のやり方を大きく変革した。
(PDCAの管理)
- 田口玄一は、統計的品質管理の世界に疑問を持ち“統計学よさようなら”と言って、原因解明の「実験計画法」から脱皮して、原因の影響に強い「パラメータ設計」を提唱された。
(PDSAの世界)

品質管理の限界

—逆説の品質工学—

➤ 品質管理では、問題が起きた時、科学的思考(実験計画法)で「**原因をつぶす**」理論的なトラブル対策を行う。

(演繹法・帰納法で**再発防止**)

➤ 品質工学では、問題が起きる前に「理想機能」を考えて、試行錯誤でシステムを創造して、システムの評価をパラメータ設計で行い「**原因に影響しない**」非理論的なトラブル予防を行う“**やってみなはれ**“の考え方である。

(アブダクション法で**未然防止**)

“設計審査”では設計の品質は高まらない

- 源流で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**」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。
- **設計現場で本当に必要なのは、管理を強化する手法ではなく、合理的に未然防止ができる技術的方法論であり、技術者の能力育成が期待できる手段である。**
- タグチメソッドは、技術者の能力育成を通じて設計の合理化を進め、製品開発の無駄を省く考え方である。

モノを造る前に品質を創る

- (1) 「目的は何かを明確にする」
- (2) 「技術課題を設定する」
- (3) 「品質工学は問題を解決しない」
- (4) 「品質特性を測ってはならない」
- (5) 「試験や検査では品質は改善できない」
- (6) 「品質工学は一般論は議論しない」

と田口先生が言われてもどうしたらよいか分からない。

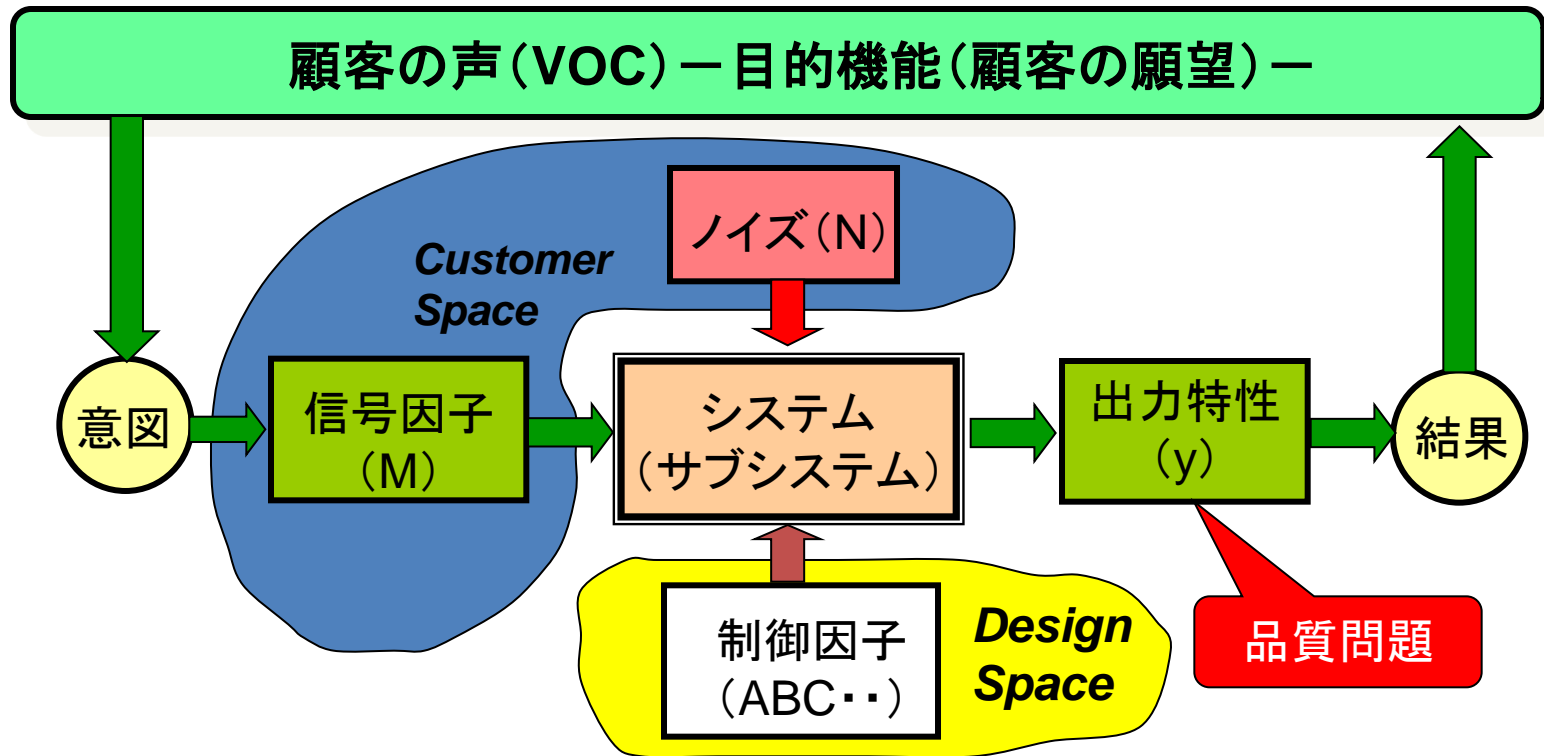
「目的は何か」を明確にする

- タグチメソッドでは、理想機能を明確にして、モノ・コトの理想状態の「エネルギー変換」を“機能性”で評価する。
- 理想機能の入出力関係は $y = M$ であるが、実際機能はノイズの影響で $y = f(M, N_1, N_2)$ で表され、ノイズの影響に強い条件を求める。
- 設計段階では、理想機能は $y = \beta M$ と考えて感度 β は標準条件で $\beta = 1$ になるように制御因子で調整する。(標準SN比)

“失敗”を恐れるな！

モノコトの評価は“機能性評価”で

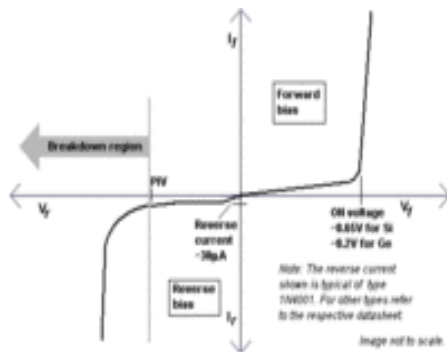
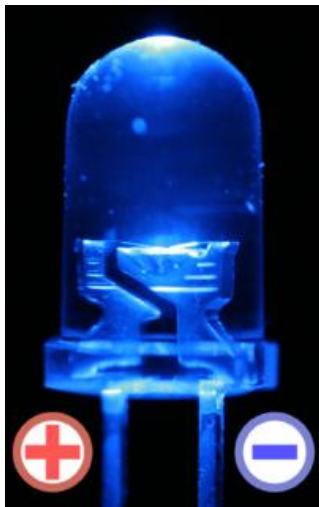
— 品質の追求は技術の空洞化をもたらす —



顧客満足度
(SN比)

$$\eta(db) = 10 \log \frac{\beta^2}{\sigma^2} = \frac{\text{顧客が欲しい機能 (信号)}}{\text{顧客が望まない機能 (ノイズ)}}$$

品質工学は問題を解決しない —発光ダイオードの評価—



中村教授が採用した窒化ガリウムは融点が高く結晶化はしにくい反面、いったん結晶ができると熱に対する安定性が高く、長寿命化が期待できる。結晶化しにくい課題は自分の得意な結晶作成装置の改良で、常温で1000時間の連続発光に成功した。

理想機能は電圧—電流で評価する

$$i = f(v, N_1, N_2)$$

N_1 負側最悪条件

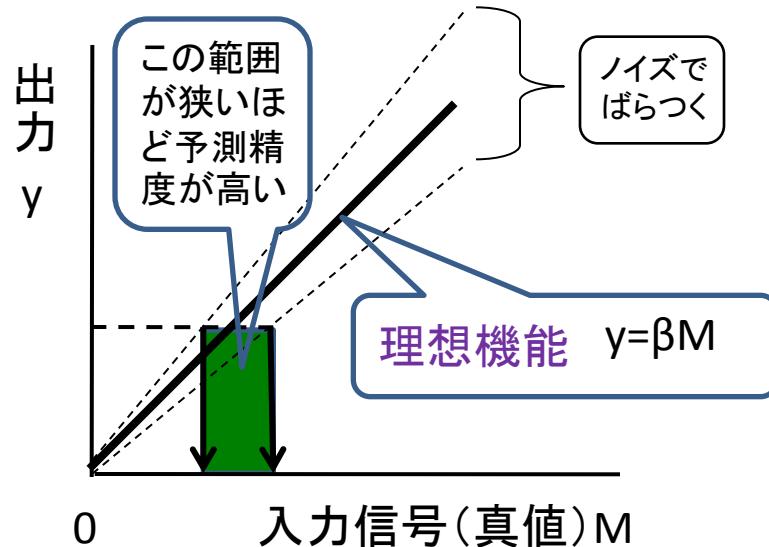
N_2 正側最悪条件

「見えない品質」の予測評価

— 問題 (誤差) の予測精度を評価 —

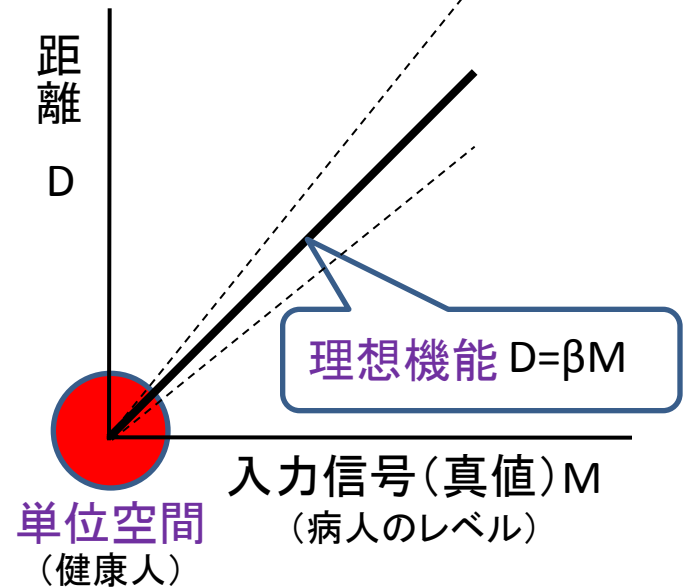
パラメータ設計の入出力

(二次元空間)



MTシステムの入出力

(多次元空間)



“理想機能”からどれだけ離れているかを予測する。

品質特性を測ってはならない

「新しい視点によるジェットエンジンの軸振動設計 品質工学誌Vol.19No.6」の**損失エネルギー**を測って振動問題を解決した例のように、エンジンの基本機能である「**風の流**れを**推力に変える**」**有効エネルギー**を評価せず、品質特性を評価していることは、いかに基本機能を考えることが難しいかを示している。

問題を解決するのは“**技術力**”である。

(これも普及を妨げている原因の一つか?)

品質特性から機能性評価へ

- ミノルタがランプハウスの温度の低下を解決するために、ボール紙で作った流路を作って、ランプハウスに風を送る**モーターの電圧と風速の比例関係**の機能性評価で成功した。
その結果、品質特性の発熱温度を10℃低下したことを確認した。
- 切削加工精度の改善に、寸法などの品質特性を測らず、汎用性の高い電力による機能性評価で成功した。
- 電気回路や回路素子や半田つけ加工などの機能性評価に**電圧－電流の評価**で成功した事例がある。

試験や検査では品質は分からない —「時間や数の壁」を破れ—

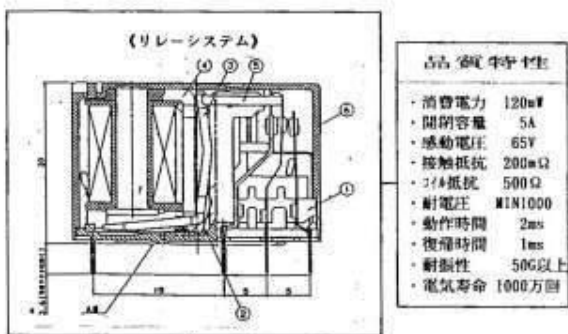
- 田口先生がアメリカの企業の指導で、技術者が「16種類の試験をしました」といわれた時、「17個目の試験でアウトになるかも知れませんね」と答えられた。
- 試験や検査はチェック項目ごとに規格に入るか調整することだから、市場でトラブルが出ないという保証にはならない。
- 市場における品質の94%(安全率4の場合)は設計で決まると考えているから、機能性評価で市場におけるノイズの負側と正側の二つの最悪条件で評価すれば機能の安定性が分かるのである。
- 多項目の信頼性試験や耐久試験に合格すれば市場品質は保証されると考えているが、ノイズに強い保証はなく、「時間や多項目の壁」の障害で無駄な作業になるのである。

“目的機能(願望)”と

“基本機能(摂理)”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。
目的機能は人間の視点から見た良い方向が常にあるが、人間の欲に囚われず、自然の理にかなった考え方が一番効率がよいはずだから、自然の立場で自然体で素直に考えれば、基本機能は見えてくることになる。
- **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。**技術者は自然を相手にしたネゴシエイター(交渉人)である。**
自然の原理を尊重しながら最大限に活用して、人間の都合を効率的に達成することが任務である。

電磁リレーの要素技術・製造技術開発



品質特性	
消費電力	120mW
閉閉容量	5A
感動電圧	65V
接点抵抗	200mΩ
コイル抵抗	500Ω
耐電圧	MIN1000
動作時間	2ms
復帰時間	1ms
耐振性	50G以上
電気寿命	1000万回

■ サブシステムの機能性の評価と改善 (パラメータ設計)

1. 電磁石機構の機能
2. 接点ばねの機能
3. 成形品の加工機能
4. 接点の開閉機能
5. 接点溶接加工機能

【電磁石ブロック】
《電磁石の吸引力》

$y = \beta M$
 y : 吸引力
 M : 入力電力

【ボディブロック】
《成形品の加工精度》

$y = \beta M_1 M_2$
 y : 成形品の寸法
 M_1 : 金型の寸法 (転写性)
 M_2 : 射出圧力 (調整性)

【接点端子ブロック】
《接点バネの加工精度》

$y = \beta M_1$
 y : バネの寸法
 M_1 : 曲げ金型の寸法

《バネの変位/力特性》

$y = \beta M_2$
 y : 変位
 M_2 : 外力

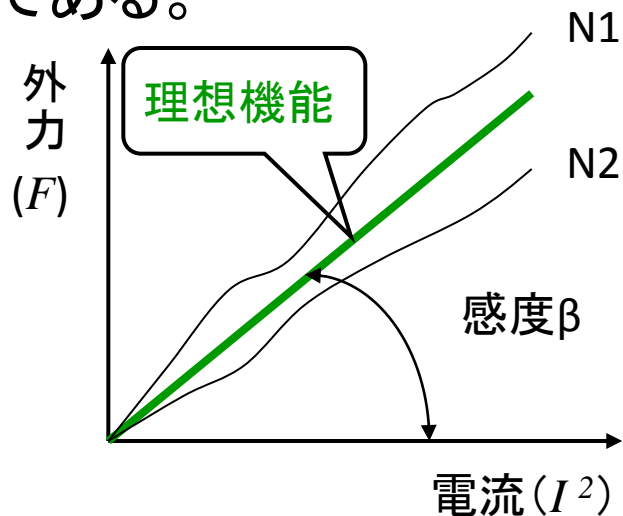
接点の開閉技術の確立
 $y = \beta M$
 y : 電圧降下
 M : 電流

接点の溶接技術の確立
 $y = \beta M$
 y : 溶接強度
 M : 溶接長さ

電磁石機構の機能性の評価

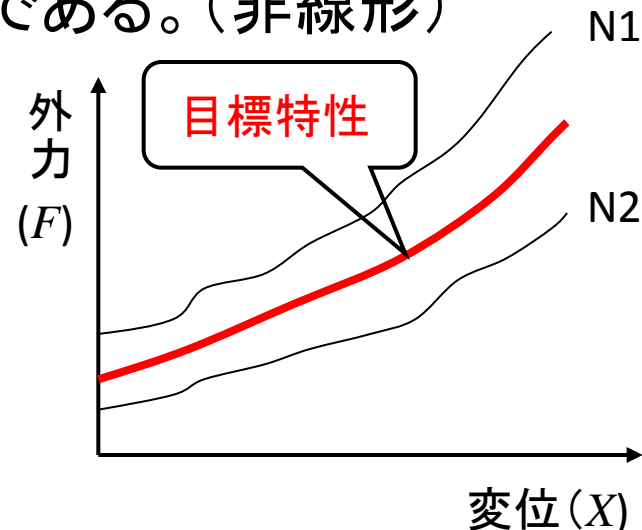
基本機能の評価

電流 (I) と外力 (F) の比例関係 $F \propto \beta I^2$ が理想機能である。



目的機能の評価

変位 (X) と外力 (F) の関係が製品の目的機能 $F=f(X)$ である。(非線形)

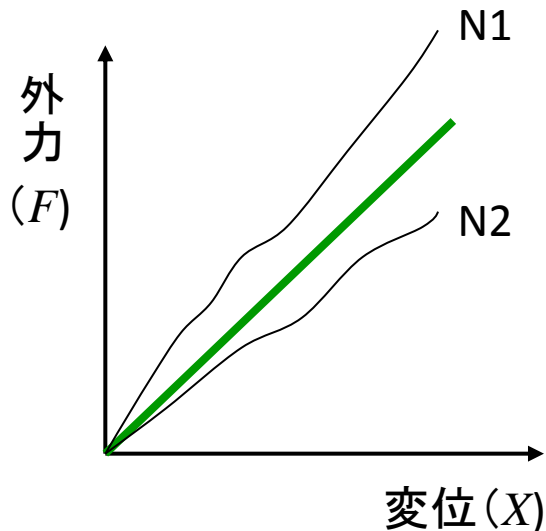


標準SN比の活用

ばね機構の機能性の評価

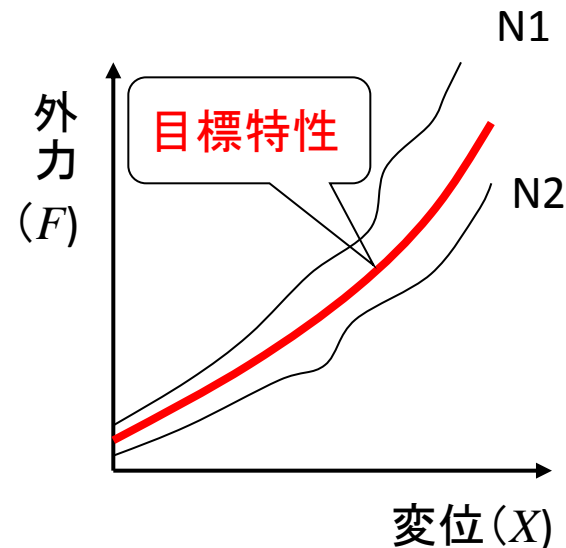
- 基本機能の評価

変位 (X) と外力 (F) の比例関係 $F = \beta X$ が理想機能である。(フックの法則)



- 目的機能の評価

変位 (X) と外力 (F) の非線形な関係が目的機能 $F = f(X)$ である。



標準SN比の活用

松下電器の七精神の一つに

一、順応同化の精神

進歩発達は自然の摂理に順応
同化するにあらざれば得難し
社会の大勢に即せず人為に偏
する如きにては決して成功は
望み得ざるべし

社主 松下幸之助