

田口玄一博士の語録

田口玄一語録には「利己の心から利他の心へ」が溢れている

- 品質がほしいければ品質を測ってはならない (設計は作業に過ぎない)
- 技術者は責任を取らない (他人に与える迷惑を評価する)
- 技術者は解が無数あることを知らない (技術には目的がある)
- 技術に対する総合判断の議論がない (開発の生産性の向上)
- システムは複雑でなければ改善できない (無用の用)
- 技術者にテーマを選ばせてはならない (イノベーションのテーマを考える)
- 技術データを取って開発してはならない (固有技術と評価技術の結合)
- 技術革新は失業者を増やす (生産性向上は失業者を増やす)
- 設計に物理学は役立たない = 理論は意味を持たない
- 因果関係は役立たない誤差原因の探求は止めよ (ノイズ評価は $n=1$ でよい)
- 品質データはうまくいかない (スペックは交互作用が大きい)
- 品質工学は専門技術を議論しない (品質工学は評価技術)
- 目的のないデータは意味がない (市場で役立つデータをとる)
- 役に立つ交互作用と役に立たない交互作用がある (役立つ交互作用は SN 比)
- 偏差値はダメだ (マハラノビスの距離の有効活用)
- 真値は約束に過ぎない = 真値は存在しない
- 静特性の品質評価は技術開発には役立たない。それは目的でしかない (品質改善は静特性から動特性へ)
- 品質改善はコスト改善の手段に過ぎない (コスト第一)

田口玄一語録の解説

品質がほしいければ品質を測ってはならない

これは田口哲学の本質である。市場でトラブルが起こるのは、製品が故障する、寿命が短い、壊れるなどの「品質問題」であるが、顧客がほしいのは、製品が使用環境条件と長時間劣化で「機能限界」を超えないことである。

アメリカでは To get Quality, Don't measure Quality. Measure Functionality と主張されている。そこで、品質工学では、市場品質を高めるためには、技術手段の基本機能で技術品質の生産性を改善することで、品質問題で不良品を改善するよりも経済的効果はるかに大きいと考えている。

品質工学の目的は R&D の仕事の「生産性」で開発のスピードを改善することが目的である。

機能性評価は、工学・医学・薬学・情報など「あらゆる分野」で未来を予測推定ができる。

(パラメータ設計 $y = \beta M$ MT システム $D = \beta M$) (設計は作業に過ぎない)

例えば、インピーダンスやばね定数などの「品質特性(スペック)」は、特定の電圧(100V)の時測るスカラー量だから、100V で安定していても200V でどうなるか分からないのである。したがって、広い範囲の電圧で電流を測らなければインピーダンスの安定化は保証できないのである。

ばね定数も同じように、広い範囲の荷重で変位することをフックの法則を使って、動特性で機能性を評価しなければ、材料の安定化は分からないのである。

品質特性は、商品の検査をするときのデータであって、市場品質を評価するときにはまずいのである。

技術者は責任を取らない

市場でトラブルが出る原因の大半は(安全率 = 機能限界 / 出荷規格)が4の場合、設計責任は 94% であり、製造責任は 6% に過ぎない。ところが、従来は、標準条件の「機能設計」の後で、規格で決められた試験や検査で不良率や故障率の可否の判断で、製造に引き継いで生産を行い、工程品質だけの確保で出荷しているため、市場においてトラブルが出た場合、設計や製造全体で部分的な調整作業で問題解決を行うため、トラブルの責任が明確にならないのである。他人に迷惑をかけない

品質工学では、設計段階で市場環境条件や劣化のノイズに強くなるような「機能性設計」で未然防止対策を行うため、トラブルが出た場合でも、トラブルの原因や責任が明確になるのである。

技術者は解が無数あることを知らない

科学的思考の技術者は、 $1 + 2 = 3$ が正しいと考えていて、社会に出ても正しい答えは一つしかないと考えて、モノづくりを行っている。

科学は現象解明(理論を自然に合わせる)であるから、真の答えは一つしかないが、技術は現象を利用して人工的なものを創造することであるから(理論に自然を合わせる)、答えは無数に存在するのである。「科学と技術は別物」(東京大学名誉教授 本間三郎が読売新聞(2000年5月3日)に投稿されていたのである。)(技術には目的がある)

真値(理想機能)は一つしかないが、理想に近づける手段は無数で、経済的に最適な答えを考えるのが、技術者の役割であり責任である。品質工学では、目的に合った理想機能を描き、理想機能を達成する手段を創造して、理想機能のばらつきによる損失と投資コストの和が最小で、両者のバランスがよくなる設計を行うことをオフライン設計やオンラインの製造工程で考えている。

技術に対する総合判断の議論がない

品質工学の中心は、機能性改善による品質とコストの両方を改善して、開発の生産性を向上させることである。大きなシステムは、サブシステムに分解して、それぞれのシステムの**目的機能**(消費者の要求)を明確にして、目的機能を満足する技術手段の**基本機能(generic function)**として、基本機能を満足する技術革新のシステムを創造するかが技術者の責任であり、世の中に存在していないものであれば特許が成立する。

システムは複雑でなければ改善できない = 無用の用

システムの機能性の最適化を考える場合、制御因子が多いほどシステムの機能性の改善効果は大きいのである。MTシステムでは、項目数は制御因子であるから項目数が多いほど予測推定精度は向上する。老荘の哲学(人はみんな明らかに役立つものの価値は知っているが、無用に見えるものが人生において真に役立つものだと知らない Useless use of)

技術者にテーマを選ばせてはならない

技術者は問題解決テーマしか考えないのが普通である。テーマとは企業の将来性を考えて、管理者(技術責任者)がイノベーション(技術革新)のテーマを自ら選んで、部下に与えることが大切である。部下はテーマの目的を明確にして、具体的戦術を考えて、システム選択を行い、とロバスト設計を行い、進捗状況や出来栄を管理するのは責任者の役割と責任である。

技術データを取って開発してはならない

誤解のある言葉であるが、専門技術で問題にしているデータは、制御因子間の「レスポンスの研究」が目的であるから市場品質を考えたものではない。その場合、問題解決の品質特性の現象を解るデータがほとんどで、ノイズを含めた機能性評価から生まれたデータではないのである。

システム選択の「機能設計」のデータは、性能改善が目的であるから、市場品質を考えた「機能性設計」のデータに比べて安定性や再現性が低いのである。

技術革新は失業者を増やす

問題解決のテーマを行っている場合には、たくさんの技術者が必要であるが、技術開発で機能性評価やロバスト設計で効率的な開発で開発期間を短縮すれば、技術者だけでなく、トラブル対策の人員も削減できるため失業者は増えることになる。

そこで、余った技術者はイノベーション(技術革新)のテーマに取り組めばよいのである。ところが、現実には問題解決だけでなく、設計が効率的でないため、残業が増えるのである。

アメリカは建国の時100%が農民であったが、現在は2%の農民で当時の200倍の食料を生産している。失業者は学者や技術者や弁護士などになっている。

設計に物理学は役立たない = 理論は意味を持たない

前述したが、科学的思考の技術者は物理学のオームの法則やフックの法則が正しいと信じて設計を行うため、ノイズに弱い設計しかできない。市場ではノイズだらけで理論通りのモノはできないのである。理論の世界は神の世界で、ノイズを考えていない理想機能を追究することしか考えていない。

因果関係は役立たない、誤差原因の探求は止めよ

理想的な因果関係はノイズを考えていないレスポンスの研究であるから、ノイズだらけの市場では役立たないのである。そこで、**信号とノイズの強制誤差と制御因子の交互作用で、因果関係を理想機能に近づけることが大切である。**また、統計的な偶然誤差の探求もノイズのような強制誤差に比較したらはるかに小さいものであるから、無視しても構わない。強制誤差は1個のデータ(n=1)で評価すればよいのである。何故ならば消費者は1個しか買わないし、故障が起こるのはその1個がノイズに弱いからである。病気で個人個人の症状が異なるのだから、個人がノイズに強くなることが大切で、病気に罹ったら個人に合わせた処方が必要なのである。(MTシステムの活用による診断と予防)

品質データはうまくいかない

前述したように、品質特性は標準条件で検査するためのデータであって、制御因子間の交互作用が大きくて加法性が低いので、直交表で再現性を検査することが大切である。したがって、市場における品質改善には向かないのである。市場品質の改善には、加法性や再現性の高い機能性評価で改善することが大切である。

品質工学は専門技術を議論しない

モノづくりでは、機械や電気や化学などの固有技術で、システムの「機能設計」を行うが、品質工学では機能設計の良否を評価する学問であるから、システムを構成する手段は何でもよいのである。

したがって、構成されたシステムの機能がロバストであるかを評価するためには専門技術は議論しないのである。

目的のないデータは意味がない

モノづくりでは、企画段階で責任者が目的を明確したテーマを設定して、技術者はテーマを解決する目的機能(Soft)を満足するシステム(Hard)をたくさん創造して、機能や性能やコストや作り易さの高いシステムを選択して、機能性評価やパラメータ設計で最適システムを行うためのデータ解析が大切である。

役に立つ交互作用と役に立たない交互作用がある

パラメータ設計で、制御因子間の交互作用は、下流への再現性を悪化させるため役に立たないが、制御因子とノイズとの交互作用であるSN比は加法性の改善ができて、直交表で再現性を検査するために役立つのである。制御因子の「水準すらし」で制御因子間の悪玉の交互作用をなくして機能性の再現性を検査することが大切である。

偏差値はダメだ

偏差値は、母集団の平均値と標準偏差で正規化して平均値を50として基準点からの距離で評価しているが、MTシステムでは、多変量の均質な単位空間で変量間の相関を考えて、単位空間からの距離で個々のデータの評価を行うのである。単位空間の選択がMTシステムのすべてで最も重要である。

$$\text{偏差値は } T = 10 \times \frac{X_i - m}{s} + 50 \quad \text{マハラノビス距離 } D^2 = 1/k \sum A \left(\frac{X_i - m_i}{\sigma_i} \right) \left(\frac{X_j - m_j}{\sigma_j} \right) \quad (\text{MT})$$

$$D^2 = 1/k \sum A (X_i - m_i) (X_j - m_j) \quad (\text{MTA})$$

T法では平均値を単位空間から正負の信号空間を予測

真値は約束に過ぎない = 真値は存在しない

計測技術で計測器の評価を行う場合、誤差 (e) = 読み値 (y) - 真値 (M) であるが、真値は約束事で不明であるから、誤差は求められないのである。そこで、品質工学では $y = \beta M + e$ で誤差を含めたデータを考えて、誤差を機能性評価で SN 比 $\eta = S\beta / SN$ で評価して、SN 比 η の逆数で「誤差」を求める。

静特性の品質評価は技術開には役立たない。それは目的でしかない

従来の静特性 (インピーダンスやばね定数など望目特性) の評価は、目標値からの平均 2 乗誤差を最小にする方法である。信号の 1 水準で最適条件を求めるのだから、妥当性に問題があり、実験回数が多くなるからコスト高になる。それは問題を解決するのが目的だからである。

理想機能からのずれで評価する「動特性」であれば信号をたくさんのデータをとる必要がない。

時計の誤差は、偏りとばらつきを同時に評価できる動特性の機能性評価が必要になる。

動的 SN 比は分布関数 (平均値のばらつきと偏り) からの訣別である。

とくに、技術開発では、動特性の機能性の評価が必要になるのである。

品質改善はコスト改善の手段に過ぎない

品質管理では「品質第一」で、そのためにはコストが多少高くてもよいと言われているが、品質工学では、品質改善はコスト改善の手段であって、パラメータ設計で品質改善を行った後で、許容差設計で品質損失とコストのバランスを考えて、品質改善の成果をコスト改善に還元することが大切であると考えている。すなわち、品質損失とコストのバランスを考えて、両者の総和を最小にすることである。

安全設計でも、事故が起きたとき信頼性設計 (ロバスト設計) に頼るのではなく、被害が最小になるように安全装置をつけることが大切なのである。